दूरवीक्षण के सिद्धान्त

हिन्दी समिति ग्रन्थमाला संख्या—१६

(TELEVISION PRINCIPLES)

मूल लेखक

रॉबर्ट बी० डोम

अनुवादक

एच० पी० शर्मा, एम० एस-सी०

प्राध्यापक, भौतिक शास्त्र, आगरा कालेज, आगरा

हिन्दी समिति, सूचना विभाग

उत्तर प्रदेश, लखनऊ

प्रकाशकीय

दूरवीक्षण (टेलीविज़न) रेडियो इंजीनियरिंग का एक महत्त्वपूर्ण अंग है। प्रस्तुत पुस्तक "दूरवीक्षण के सिद्धान्त" में, इसके मूल लेखक श्री रॉबर्ट बी० डोम ने टेलीविज़न इंजीनियरिंग के विविध विषयों, यथा प्रकाशीय स्पन्दों (पल्सों) का विद्युतीय स्पन्दों में रूपान्तर, इन स्पन्दों से उच्च आवृत्ति वाहक तरंगों का प्रवर्धन एवं संक्रमण, तरंगों का विकिरण एवं प्रसारण, इनका ग्रहण एवं परिचयन तथा अन्त में एक उपयुक्त परदे पर पुनः प्रारम्भिक प्रकाशीय स्पन्दों में परिवर्तन, साथ ही चित्र के विभिन्न भागों के शुद्ध रूप में संश्लेषण करने के लिए प्रेषक एवं संग्राही में उचित समकालन लाने के उपायों का विशद अध्ययन प्रस्तुत किया है।

टेलीविज़न का क्षेत्र एक अति जटिल विषय है। इसके लिए उच्चस्तरीय निपुणता की आवश्यकता होती है। श्री एच० पी० शर्मा ने, जो स्वयं भौतिक शास्त्र के विद्वान् हैं, मूल अंग्रेज़ी पुस्तक का सुगम सुबोध भाषा में अनुवाद करने का सराहनीय कार्य किया है। हमें विश्वास है कि यह पुस्तक टेलीविज़न इंजीनियरिंग के सिद्धान्तों से पाठकों का परिचय कराने में सहायक सिद्ध होगी।

सुरेन्द्र तिवारी

सचिव, हिन्दी समिति

प्रस्तावना

हिन्दी और प्रादेशिक भाषाओं को शिक्षा का माध्यम बनाने के लिए यह आवश्यक है कि इनमें उच्च कोटि के प्रामाणिक ग्रन्थ अधिक से अधिक संख्या में तैयार किये जायँ। शिक्षा-मन्त्रालय ने यह काम अपने हाथ में लिया है और इसे बड़े पैमाने पर करने की योजना बनायी है। इस योजना के अन्तर्गत अंग्रेज़ी और अन्य भाषाओं के प्रामाणिक ग्रन्थों का अनुवाद किया जा रहा है तथा मौलिक ग्रन्थ भी लिखाये जा रहे हैं। यह काम राज्य सरकारों, विश्वविद्यालयों तथा प्रकाशकों की सहायता से आरम्भ किया गया है। कुछ अनुवाद और प्रकाशन-कार्य शिक्षा मन्त्रालय स्वयं अपने अधीन करा रहा है। प्रसिद्ध विद्वान् और अध्यापक हमें इस योजना में सहयोग प्रदान कर रहे हैं। अनूदित और नये साहित्य में भारत सरकार की शब्दावली का प्रयोग किया जा रहा है, ताकि भारत की सभी शैक्षणिक संस्थाओं में एक ही पारिभाषिक शब्दावली के आधार पर शिक्षा का आयोजन किया जा सके।

यह पुस्तक भारत सरकार के शिक्षा मन्त्रालय की ओर से हिन्दी समिति, सूचना विभाग, उत्तर प्रदेश द्वारा प्रकाशित की जा रही है। श्री रॉबर्ट बी० डोम विरचित "टेलीविज़न प्रिंसिपल्स" का श्री एच० पी० शर्मा द्वारा किया गया हिन्दी अनुवाद पाठकों की सेवा में प्रस्तुत है। आशा है कि भारत सरकार द्वारा मानक ग्रन्थों के प्रकाशन सम्बन्धी इस प्रयास का सभी क्षेत्रों में स्वागत किया जायगा।

मुहम्मद करीम चागला
शिक्षा मन्त्री, भारत सरकार

प्राक्कथन

प्रस्तुत पुस्तक का उद्देश्य पाठकों को विद्युतीय इंजीनियरिंग की उस शाखा के विषय में विशिष्ट ज्ञान कराना है जिसके अन्तर्गत विद्युतीय परिणतियों द्वारा दूरदेशीय घटनाओं तथा दृश्यों को देखा जा सकता है, या जिसे साधारण भाषा में टेलीविज़न या दूरवीक्षण कहा जाता है।

प्रारम्भिक रूप में इस पुस्तक की विषयवस्तु के अट्ठाईस भाषण थे, जो एक रेडियो प्रशिक्षण माला क्रम में जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी के कर्मचारियों के प्रति दैनिक कार्यकाल के पश्चात् किये गये थे। यह माला सन् १९३८ में प्रारम्भ हुई तथा पिछले दस वर्षों में अनेक बार संशोधित एवं अभिवर्धित हुई। अन्तिम संशोधन सन् १९४९ में हुआ। उस समय सिराक्यूज़ विश्वविद्यालय तथा जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी द्वारा स्थापित सहकारी शिक्षा कार्यक्रम के अन्तर्गत यह 'माला' इंजीनियरिंग के विद्यार्थियों के लिए स्नातकीय शिक्षाक्रम में रखी गयी थी। पूरे विषय को अधिक संबद्ध रूप में प्रस्तुत करने की दृष्टि से भाषण-सामग्री के अंगों को संशोधित किया गया है तथा इसका पुनर्वर्गीकरण भी किया गया है।

टेलीविज़न (दूरवीक्षण) इंजीनियरिंग, रेडियो इंजीनियरिंग की एक विशिष्ट शाखा है जो स्वयं विद्युतीय इंजीनियरिंग का एक विशिष्ट अंग है। टेलीविज़न इंजीनियरिंग की चर्चा के विषय हैं—प्रकाशीय स्पन्दों (पल्सों)[१] का विद्युतीय स्पन्दों में रूपान्तर, इन स्पन्दों से उच्च-आवृत्ति[२] वाहक तरंगों[३] का प्रवर्धन[४] तथा संक्रमण,[५] अवकाश में होकर इन तरंगों का विकिरण[६] तथा प्रसरण,[७] इन तरंगों का ग्रहण[८] तथा परिचयन,[९] और अन्त में एक समुचित देखनेवाले परदे पर पुनः प्रारम्भिक प्रकाशीय स्पन्दों में परिवर्तन। साथ ही चित्र के विभिन्न भागों के शुद्ध रूप से संश्लेषण[१०] करने के लिए प्रेषक[११] (प्रेषित्र) तथा ग्राहक[१२] (संग्राही) में उचित समकालन[१३] लाने के उपायों की खोज का अध्ययन भी इसी का विषय है।

1. Pulses 2. High-frequencies 3. Carrier-waves 4. Amplification 5. Modulation 6. Radiation 7. Propagation 8. Reception 9. Detection 10. Synthesis 11. Transmitter 12. Receiver 13. Synchronization.

दूरवीक्षण में प्रकाशीय, रेडियो, श्रव्य[1] तथा वीडियो[2] (चित्र) आवृत्तियों का प्रयोग होता है। इस प्रकार दूसरे सन्देश-प्रसारण साधनों में काम आनेवाली आवृत्तियों की अपेक्षा ये आवृत्तियाँ ईथरीय[3] वर्णक्रम[4] का अधिक भाग घेरती हैं। व्यावसायिक टेलीविज़न में चल-चित्र[5] इंजीनियर की सेवाओं की भी आवश्यकता होती है, क्योंकि टेलीविज़न में उत्कृष्ट तथा एकरूपीय प्रकार के चित्र के पुनरुत्पादन के लिए यह आवश्यक है कि नाटक के दृश्यों, प्रकाश-पद्धति तथा माइक्रोफोन की स्थितियों को बड़ी बुद्धिमत्ता और कौशल से व्यवस्थित किया जाय। चल-चित्रों में दृश्य को बार-बार लेना पड़ सकता है तथा इनमें से सर्वोत्तम चित्र को प्रदर्शन के लिए दिया जा सकता है, लेकिन टेलीविज़न में रेडियो प्रसारण की भाँति एक बार दृश्य तथा ध्वनि के प्रसारित हो जाने पर उनको वापस लेने या दूसरा अवसर पाने की विधि नहीं। इन बातों की चर्चा यहाँ केवल यह प्रदर्शित करने के लिए की जा रही है कि टेलीविज़न क्षेत्र काफी जटिल विषय है तथा इसमें अत्यन्त ही निपुण मनुष्यों की आवश्यकता होती है।

यह प्रयत्न नहीं किया गया है कि प्रस्तुत पुस्तक को उच्च गणित की भावात्मक[6] पुस्तक का रूप दिया जाय, अपितु ध्येय यह है कि पाठकों के प्रति टेलीविज़न इंजीनियरिंग के अनेक सिद्धान्त सुस्पष्ट हो जायँ तथा उनको इस व्यवसाय के कुछ लाभदायक यन्त्र प्राप्त हो जायँ। इसका अर्थ यह नहीं है कि गणित का जान-बूझकर त्याग किया जायगा बल्कि गणित का उपयोग स्वतन्त्रता पूर्वक लक्ष्य की प्राप्ति के लिए एक साध्य के रूप में किया जायगा। इस बात की कल्पना कर ली गयी है कि पाठक सरल[7] तथा प्रत्यावर्ती[8] धाराओं के सिद्धान्त तथा चलन-कलन[9] के नियमों से परिचित हैं तथा उन्हें रेडियो-आवृत्ति घटनाओं, परिपथों तथा निर्वात-नलिकाओं के विषय में कुछ अनुभव है।

लेखक, **इन्स्टीट्यूट आफ रेडियो इन्जीनियर्स की प्रोसीडिंग्स, फ्रेंकलिन इन्स्टीट्यूट के जरनल, RCA रिव्यू, इलेक्ट्रीकल इन्जीनियरिंग** तथा **रेडियो और टेलीविज़न न्यूज़** के सम्पादकीय मण्डलों को उनकी पत्रिकाओं की सामग्री के उपयोग करने की कृपापूर्ण अनुमति के लिए धन्यवाद देता है। लेखक डा० F. E. Terman तथा V. K. Zworykin को उनके प्रकाशित कार्य के कुछ अंशों को उद्धृत करने की विशिष्ट अनुमति के लिए धन्यवाद प्रदान करता है।

अपने कर्मचारियों को उच्च शिक्षाक्रम प्रदान करने की जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी की प्रबन्धसमिति की नीति न होती तो इस पुस्तक का लिखा जाना सम्भव न होता।

1. Audio 2. Video 3. Ethereal 4. Spectrum 5. Motion-picture 6. Abstract 7. Direct 8. Alternating 9. Calculus 10. Vaccum tubes.

ब्रिज पोर्ट वर्क्स तथा सिराक्यूज़ वर्क्स के प्रशिक्षण कार्यक्रम के निरीक्षक क्रमशः श्री G. R. Fugal तथा श्री J. W. Dreher से काफी उत्साह तथा सहयोग प्राप्त हुआ। ये सभी धन्यवाद के पात्र हैं।

अन्त में लेखक जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी के इलेक्ट्रोनिक्स-विभाग के इंजीनियरिंग के मैनेजर श्री I. J. Kaar को धन्यवाद प्रदान करता है, जिनके लिए कम्पनी द्वारा सन् १९२६ में अपनी नियुक्ति के पश्चात् लेखक ने अधिकांश समय में काम किया। श्री कार इंजीनियरिंग स्तर पर अपने अविरल प्रोत्साहन के कारण लेखक के लिए केवल प्रेरणा-स्रोत ही नहीं रहे हैं, अपितु कम्पनी द्वारा प्रचारित रेडियो-सिद्धान्त के शिक्षा-क्रम के एक समय स्वयं भी शिक्षक थे, जिसमें उन्होंने स्वयं कुछ सामग्री का विकास किया, जो इस पुस्तक में दी गयी है।

सिराक्यूज़, न्यूयार्क
अप्रैल, १९५१

रॉबर्ट बी० डोम

विषय-सूची

अध्याय १

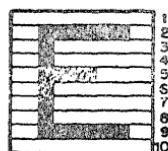
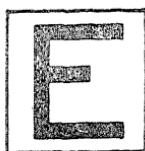
दूरवीक्षण का प्रारम्भिक इतिहास
तथा
कुछ मौलिक विचार

१–१. दूरवीक्षण (टेलीविज़न) प्रस्तावना

इतिहास के प्रादुर्भाव के भी पहले से सम्भवतः मनुष्य की यह आकांक्षा रही होगी कि वह अपने दृष्टि-क्षेत्र के परे होने वाली घटनाओं को देख सके। ऐतिहासिक युगों में सर्वप्रथम दूतों, यात्रियों, नाविकों तथा सिपाहियों द्वारा दिये गये वर्णनों के आधार पर मनुष्यों के मस्तिष्कों में बनने वाले चित्र देखे गये। इसके पश्चात् वह समय आया जब दूरस्थ वस्तुओं के रेखाचित्र बनाये गये और संदेश-वाहकों द्वारा इन रेखाचित्रों को उनको ग्रहण करने वाले स्थानों तक पहुँचाया गया। गत शताब्दी में प्रयोगात्मक फोटोग्राफी तथा फोटो खुदाई के आविष्कार से चित्रों को प्रेषित करने की इस कला में अतीव उन्नति हुई। आज कोई भी मनुष्य प्रातःकालीन समाचारपत्रों में उन घटनाओं के चित्र देख सकता है जो केवल पिछले दिन ही घटित हुई थीं। टेलीविज़न के भाई, तार तथा रेडियो चित्र-प्रेषण या ज्यों-की-त्यों पुनरुत्पादन कार्यप्रणाली के विकास से अब यह सम्भव हो गया है कि ८ × १० इंच का एक अत्युत्तम चित्र केवल १० मिनट में ही दूर से दूर के स्थान को प्रेषित किया जा सके।

लेकिन उपर्युक्त चित्र-प्रेषण-प्रणाली से मनुष्य की उत्कण्ठा पूर्णतया संतुष्ट नहीं हुई। वह केवल एक 'स्थिर चित्र' नहीं बल्कि 'चलता-फिरता' चित्र देखना चाहता था। ऐसे चलते-फिरते चित्र चित्रित दृश्यों की वास्तविकता को बढ़ाने में सहायक होंगे तथा कल्पना के लिए बहुत कम स्थान रह जायगा। इसका परिणाम था १९०५ ई० में चलचित्र[1] का जन्म, जो कि शरीर-क्रियाविज्ञान की घटना दृष्टि-निर्बन्ध[2] पर

1. Motion picture, 2. Persistence of vision.

आधारित था। किसी भी घटना-स्थल के दृश्य के १/१६ सेकण्डों के अन्तर पर फोटो खींचे जाते थे और उन चित्रों को उसी गति से एक के पश्चात् एक-एक करके अनेक दर्शकों के समक्ष परदे पर प्रक्षेपित किया जाता था। ये चलचित्र पहले मूक होते थे तथा प्रत्येक पात्र द्वारा कही गयी बातों को प्रत्येक दर्शक को पढ़कर जानना पड़ता था। इससे कुछ लोगों का ध्यान वास्तविकता से हट जाता था, जिसे प्राप्त करने का ध्येय पहले तथा अब भी था। ध्वनि-पुनरुत्पादकों की शक्ति की कमी के कारण बोलते चलचित्रों को बनाने के प्राथमिक प्रयत्न असफल रहे। लेखक को वह घटना स्मरण है जब कि सन् १९१२ या १९१३ के लगभग पहले-पहल बोलते चलचित्र प्रदर्शित किये गये थे, जिनमें ध्वनि को फोनोग्राफ से उत्पन्न किया जाता था और साथ ही साथ चलचित्र प्रदर्शित होते थे। ध्वनि और चलचित्रों को समकालिक करने का काम हाथ से करना पड़ता था। यह कहने की आवश्यकता नहीं है कि यह कार्य केवल वैज्ञानिक या शैक्षिक उत्सुकता का प्रदर्शन मात्र ही था; और सन् १९२८ या १९२९ तक व्यावहारिक रूप में बोलते चलचित्रों को व्यापारिक स्तर पर प्रस्तुत नहीं किया जा सका। यहाँ पर यह कहा जा सकता है कि विद्युत्-युक्तियों के विकास के कारण ही बोलते चलचित्रों का प्रादुर्भाव हो सका। इन युक्तियों से दो प्रकार से सहायता मिली—प्रथम, क्षीण विद्युत्-धाराओं को प्रवर्धित करके इस प्रकार की शक्ति में रूपान्तरित करना जिसको नवीनतम विकसित गत्यात्मक लाउडस्पीकरों द्वारा दर्शक-समुदाय के समक्ष ध्वनि में परिणत किया जा सके; दूसरे, चलचित्रों की रील के किनारे पर बने हुए ध्वनि-मार्ग से आने वाले परिवर्तनशील प्रकाश को प्रकाश-विद्युत् सेल[1] पर डालकर श्रुत आवृत्ति की क्षीण विद्युत्-धारा उत्पन्न करना। प्राकृतिक रंगों की प्राप्ति के कारण आधुनिक चलचित्रों में लगभग वे सब लक्षण विद्यमान हैं जो वास्तविक पुनरुत्पादन के लिए आवश्यक हैं; परन्तु इसमें भी एक कमी शेष रह गयी है, वह है वस्तु की गहराई का आभास न होना। चित्र का पुनरुत्पादन त्रि-दैशिक नहीं होता। परन्तु २० सितम्बर, सन् १९४८ को FCC Hearing द्वारा इस कमी को दूर करने के लिए कुछ संकेत प्राप्त हुए हैं।

इन सब उन्नतियों के होते हुए भी मनुष्य की आकांक्षाओं की सन्तुष्टि नहीं हुई है। चलचित्रों में काफी वास्तविकता है परन्तु ये सदैव पिछले दिन, पिछले सप्ताह या वर्ष में हुई घटनाओं को प्रदर्शित करते हैं, न कि उन घटनाओं को जो दर्शकों के देखने के समय हो रही होती हैं। इसी अन्तिम अभिलाषा की पूर्ति के निमित्त दूरवीक्षण या टेलीविजन का विकास हुआ।

1. Photo-electric cell.

१–२. रैखिक स्कैनिंग (Scanning) का सिद्धान्त

व्यावहारिक टेलीविजन की सम्पूर्ण कार्य-प्रणाली रैखिक स्कैनिंग के सिद्धान्त पर आधारित है। मानव-नेत्र जब किसी वस्तु को देखते हैं तो वस्तु से चलने वाली प्रकाश-किरणें नेत्र-लेंस द्वारा रूपाधार[1] पर केन्द्रीभूत कर दी जाती हैं। इस रूपाधार का तल हज़ारों छड़ों और शंकुओं से मिलकर बना है जो प्रतिबिम्ब के प्रभाव[2] को मस्तिष्क तक भेजने में प्रकाश-विद्युत् सेलों की भाँति कार्य करते हैं। यह अन्तिम प्रतिबिम्ब मस्तिष्क में ही बनता है। ये छड़ें तथा शंकु प्रकाश की तीव्रता के ही नहीं अपितु उसके तरंग-दैर्ध्य (रंग) के लिए भी सूक्ष्मग्राही होते हैं। रंगों की बात को छोड़कर नेत्र की कार्य-प्रणाली के सिद्धान्त के अनुरूप ही टेलीविज़न-प्रणाली की रचना की जा सकती है। टेलीविज़न से भेजी जाने वाली वस्तु के प्रतिबिम्ब को एक बृहत् क्षेत्र में समायोजित प्रकाश-विद्युत् सेलों के समुदाय पर केन्द्रित किया जाता है जिससे ये सेल नेत्र के शंकुओं और छड़ों की भाँति व्यवहार करने लगते हैं। प्रतिबिम्ब के पुनरुत्पादन के लिए एक लैम्प समुदाय को प्रकाश-विद्युत् लैम्पों की भाँति समायोजित करते हैं। इनकी प्रकाश-तीव्रताओं को तत्सम्बन्धित विद्युत्-सेलों से नियंत्रित करते हैं। प्रेषित्र तथा ग्राहक बिन्दुओं के मध्य आवश्यक संयोजक तारों की संख्या सेलों की संख्या के अनुरूप होगी जो रेडियो प्रेषण के लिए अव्यावहारिक होगी, क्योंकि संयोजक तारों की संख्या की अधिकता के कारण प्रेषण तथा ग्राहक पद्धति बहुत ही जटिल हो जायगी। प्रयोगात्मक टेलीविज़न के लिए प्रारम्भ में वैज्ञानिकों ने स्कैनिंग का प्रयोग किया।

जैसा कि इसके नाम से बोध होता है, रैखिक स्कैनिंग द्वि-अक्षीय चित्र को एक-अक्षीय चित्र के लम्बे फीते में अथवा चित्रावली में परिवर्तित कर देता है। उदाहरण के लिए, यदि किसी व्यक्ति के हाथ में एक १० इंच वर्गाकार चित्र हो तो उसमें उतनी ही चित्र-सामग्री होगी जितनी कि उसी चित्र के १० ऐसे समान भागों में बाँट देने से होगी जिनमें से प्रत्येक की लम्बाई १० इंच तथा चौड़ाई १ इंच है और जिन टुकड़ों को एक दूसरे से मिलाकर जोड़कर बनाया गया चित्र एक १०० इंच लम्बे तथा १ इंच चौड़े फीते के रूप में होगा। यही बात चित्र १–१ तथा १–२ में प्रदर्शित की गयी है। प्रत्येक दशा में उस व्यक्ति के पास १०० वर्ग इंच चित्र होगा। वास्तव में चित्र को पुनः प्रारम्भिक रूप में देखने के लिए इस फीते को १० लम्बे भागों में विभक्त करके उनकी कोरों को इस प्रकार जोड़ना पड़ेगा कि चित्र पुनः १० इंच वर्ग के आकार में बदल जाय। परन्तु अत्यन्त महत्त्व की बात

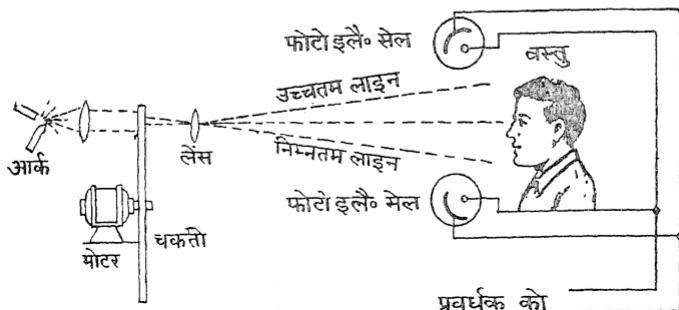
1. Retina, 2. Impulses.

यह है कि फीते को १ इंच चौड़ी पतली झिर्री में से गुजारा जा सकता है जिसमें से होकर सम्पूर्ण चित्र नहीं गुजर सकता। वास्तव में टेलीविजन में कोई फीता आदि नहीं प्रेषित किया जाता, तो भी प्रकाश एवं विद्युत् के दृष्टिकोण से ऐसा ही व्यवहार होता है। उदाहरण के लिए, प्रेषित किये जाने वाले चित्र के ऊपरी भाग की एक पतली क्षैतिज पट्टी की प्रकाश द्वारा, अनेक में से किसी एक विधि से, स्कैनिंग कर लेते हैं, जैसा कि एक वर्गाकार झिर्री को चित्र के फीते के सहारे चलाकर किया जा सकता है। प्रकाश की तीव्रता के परिवर्तनों से प्रकाश-विद्युत् सेल की सहायता से तदनुरूप परिवर्तित विद्युत्-धारा प्राप्त कर लेते हैं, इस प्रकार क्षैतिज अक्ष के अनुदिश

चित्र १–१. स्कैनिंग की जाने वाली वस्तु को, जैसे उदाहरण के लिए बड़ा E अक्षर, ऊपर से प्रारम्भ करके क्षैतिज पट्टियों में विभाजित करते हैं। इस प्रारम्भिक उदाहरण में केवल १० रेखाओं का उपयोग किया गया है। चित्र की नाप १० इकाई लम्बाई में तथा १० इकाई ऊँचाई में है।

चित्र १–२. ऊपर के चित्र १–१ की दस पट्टियों को एक दूसरी के सिरे मिलाकर इस प्रकार रखना प्रदर्शित किया गया है जिससे चित्र का एक फीता बन जाय जो १०० इकाई लम्बाई में तथा १ इकाई चौड़ाई में हो।

समय के साथ-साथ चित्रपट्टिका के प्रकाश की तीव्रता के मध्यमान उतार-चढ़ाव को विद्युतीय रीति से पुनरुत्पादित कर लेते हैं। एक पट्टी के स्कैन होते ही झिर्री पट्टी की चौड़ाई के बराबर मात्रा में छिद्र नीचे खिसक जाता है तथा दूसरी पट्टी को स्कैन करने लगता है। इसी प्रकार एक के पश्चात् दूसरी पट्टी स्कैन होती चली जाती है और पूरा चित्र स्कैन हो जाता है। सम्पूर्ण चित्र की स्कैनिंग $\frac{१}{१६}$ सेकण्ड अथवा इससे कम समय में ही समाप्त होनी चाहिए, जिससे एक सेकण्ड में काफी चित्रों की सम्पूर्ण स्कैनिंग हो सके, जिससे नेत्र को काफी उत्तेजना प्राप्त हो और वह दृष्टि-निर्बन्ध की दर से अधिक होने के कारण सम्पूर्ण चित्र की निरंतरता का आभास प्राप्त कर सके। चित्र पर प्रदीप्ति की तीव्रता की चंचलता के बिना उसका पुनरुत्पादन चित्र

की देदीप्यमानता तथा प्रत्येक समयान्तर में दिये गये उद्घाटन काल पर निर्भर करता है। लेखक ने यह अनुभव किया है कि कैथोड-किरण-नली का उपयोग करके ५ फुट-लैम्बर्ट[1] तीव्रता के क्षेत्र को स्कैन करने के लिए ४० से ४५ चित्रों की प्रति से यह पुनरावृत्ति अत्यन्त आवश्यक है।

प्रकाश-विद्युत् सेल से प्राप्त अधिमिश्रित[2] धारा (तरंग) को उचित प्रवर्धन के पश्चात् रेडियो प्रेषित्र को संक्रामित करने में प्रयुक्त करते हैं। ग्राहक यंत्र की ओर रेडियो तरंगों का परिचयन[3] हो जाता है। रेडियो ग्राहक से प्राप्त कम आवृत्ति की संक्रामित विद्युत्-धारा मौलिक चित्र के पुनरुत्पादन के लिए प्रयोग में लाते हैं। इस पुनरुत्पादन में नियान-नली[4] या कैथोड-किरण-नली जैसी विद्युत्-चालित प्रकाश-युक्तियों का उपयोग करते हैं जो स्कैनिंग प्रणाली से समक्रमिक[5] होती हैं। इनसे बने हुए चित्र के विभिन्न क्षेत्रों पर प्रकाश की उचित मात्रा का वितरण किया जाता है। ये सिद्धान्त वर्षों पहले से ज्ञात थे। सन् १८८४ के लगभग निपको[6] ने एक यान्त्रिक स्कैनिंग करने वाले यंत्र का वर्णन किया जो एक चपटी गोल चकत्ती की भाँति था। यह यंत्र निपको के नाम पर ही विख्यात है। उस समय से सन् १९२५ तक टेलीविज़न-प्रणाली के आवश्यक अवयव उपलब्ध नहीं थे। प्रकाश-विद्युत् सेल तथा निर्वात-नली-प्रवर्धक की उन्नति के कारण आवश्यक उपकरणों की पूर्ति हुई तथा टेलीविज़न-प्रणाली व्यावहारिक रूप में लायी जा सकी।

१—३. स्कैनिंग की पूर्व विधियाँ

व्यवहार में आने वाली टेलीविज़न-प्रणाली के आवश्यक उपकरण जब उपलब्ध होने लगे तो विभिन्न देशों के अन्वेषकों ने टेलीविज़न की कार्य-प्रणाली को और अधिक विकसित करने का प्रयत्न आरंभ किया। सर्वप्रथम इस क्षेत्र में इंग्लैण्ड के बेयर्ड तथा अमरीका की 'बेल टेलीफोन प्रयोगशालाएँ', जैन्किन्स, जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी आदि प्रमुख थे। सन् १९२८ में दिन में थोड़े समय के लिए WGY ने नियमित टेलीविज़न प्रसारण के कार्य को अपने कार्यक्रम की सूची में शामिल कर लिया। बेयर्ड ने इंग्लैण्ड से प्रेषण किया तथा अटलान्टिक के पार तक लघु तरंगों द्वारा प्रेषण में काफी सफलता प्राप्त की। सन् १९२९ तथा १९३० ई० तक प्रयोगात्मक टेलीविज़न-प्रेषण के लिए २००० से २८५० किलो-साइकिल तक के रेडियो वर्णक्रम को चुना गया तथा अनेक प्रेषित्र बोस्टन, वाशिंगटन, डी० सी० (D. C.) तथा

1. Lambert, 2. Modulated, 3. Detect, 4. Neon-tube, 5. Synchronised, 6. Nipkow.

न्यूयार्क-जैसे नगरों में कार्यरत थे। न्यूयार्क में स्थित न्यू एम्सटरडम थियेटर के ऊपर टाइम्स स्क्वायर स्टूडियो में NBC द्वारा एक १–किलोवाट का प्रेषित्र लगाया गया तथा मेडीसन एवेन्यू स्टूडियोज (न्यूयार्क) में CBS द्वारा एक ½–किलोवाट का प्रेषित्र कार्य में लाया गया। बाद के इन स्टेशनों पर ६० रेखाएँ प्रति फ्रेम या चित्र के हिसाब से तथा २४ फ्रेम पुनरावृत्ति की दर से कार्य किया गया। २४ फ्रेम प्रति सेकण्ड की दर इस कारण चुनी गयी कि यह प्रामाणिक बोलते हुए चल-चित्रों की प्रति सेकण्ड गुजरने वाली चित्र-संख्या की दर से मेल खा सके।

चित्र १–३. टेलीविजन स्टूडियो पिक अप की यान्त्रिक प्रणाली। चकती, जिसकी कोर इस चित्र में दिखायी गयी है, सामने की ओर से चित्र १–४ में प्रदर्शित की गयी है। केवल चकती के छेदों से आने वाले प्रकाश को छोड़कर वस्तु पूर्णतः अन्धकार में है।

टेलीविजन-प्रसारण के लिए चित्रों की प्राप्ति के दो साधन थे। इनमें से पहला साधन वे स्टुडियो पिक अप थे, जिनमें जीवित वस्तुओं व कलाकारों के चित्रों को टेली-विज़न से प्रेषित किया जाता था। जैसे, ऐसे वास्तविक दृश्य जिनमें जीवित पुरुष उपस्थित हों। दूसरा साधन चल-चित्रों के चित्रों से प्राप्त अप्रत्यक्ष पिक अप थे। स्टूडियो पिक अपों में स्कैनिंग-प्रणाली में, जो 'फ्लाइंग स्पॉट'[1] के नाम से विदित है, प्रकाश स्रोत तीव्र प्रकाश देने वाली आर्क होती है। प्रकाश को निपको की चकती[2] के पीछे के भाग पर केन्द्रित किया जाता है। चकती के सामने एक लेंस द्वारा प्रकाशित रन्ध्र[3] को उस वस्तु पर फोकस किया जाता है जिसके चित्र को टेलीविज़न द्वारा प्रेषित करना होता है। वस्तु से परावर्तित प्रकाश प्रकाश-विद्युत् सेलों के एक समुदाय

1. Flying spot, 2. Nipkow's disc, 3. Slit.

पर पड़ता है जो इस प्रकाश को परिवर्तनशील तीव्रता की विद्युत्-धारा में बदल देते हैं। यह विद्युत्-धारा प्रकाश की तीव्रता के अनुरूप ही संक्रामित होती है, जैसा कि चित्र १–३ में प्रदर्शित किया गया है।

इस प्रणाली में प्रयुक्त की गयी चकत्ती में ६० छोटे-छोटे छेद थे जो चकत्ती की परिधि के पास एक सर्पिल में बने थे, जैसा कि चित्र १–४ में दिखाया गया है।

इस प्रकार दो उत्तरोत्तर छेदों द्वारा चकत्ती के केन्द्र पर बना कोण

$$\theta=\frac{360^\circ}{N}=\frac{360^\circ}{60}=6^\circ \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (१ - १)$$

यहाँ N छेदों की संख्या है। केन्द्र से क्रमागत सूक्ष्म छिद्रों की त्रिज्यीय दूरी का अन्तर स्कैन की जाने वाली रैखिक ऊँचाई के बराबर होता है, जिससे एक सर्पिल के प्रथम तथा अन्तिम छिद्रों की केन्द्र से त्रिज्यीय दूरियों का अन्तर पूर्ण चित्र की ऊंचाई के बराबर होता है। यदि स्कैन किये जाने वाला क्षेत्र वर्गाकार हो तो प्रथम तथा अन्तिम छिद्रों के मध्य त्रिज्यीय हटाव का अन्तर छिद्रों की मध्यमान त्रिज्या से ६° का चाप बनाता है। यदि मध्यमान त्रिज्या १० इंच हो तो ऊँचाई

$$H=\frac{10\text{ इंच}\times 6^\circ\times\pi}{180^\circ}=1.047\text{ इंच} \quad \ldots \quad \ldots \quad (१\text{-}२)$$

चित्र १–४. यान्त्रिक स्कैनिंग-यन्त्र में प्रयुक्त एक सर्पिल वाली चकत्ती। दृष्टि-क्षेत्र को ऊपर से नीचे तक स्कैन करने के लिए चकत्ती का एक पूर्ण चक्कर आवश्यक है।

क्योंकि प्रति सेकण्ड २४ फ्रेम प्रेषित किये जाते हैं, अतः ईषा[1] को २४ चक्कर प्रति सेकण्ड या २४ × ६० = १४४० चक्कर प्रति मिनट करने चाहिए।

आर्क के प्रकाश को चकत्ती के पीछे के हिस्से पर इस प्रकार केन्द्रित करना चाहिए जिससे वह १·०४७ इंच के वर्ग के क्षेत्र से कम क्षेत्रफल न घेरे, जिससे सम्पूर्ण छिद्रों पर उनकी ६° के चाप की सम्पूर्ण यात्रा में पीछे से प्रकाश पड़ता रहे।

चकत्ती के सामने लगे लेंस समुदाय में भिन्न-भिन्न फोकस अन्तरों के तीन लेंस हो सकते हैं। एक लेंस ऐसा हो जो किसी व्यक्ति के सिर, कन्धे तथा ऊपरी समीपस्थ भागों के लिए उपयुक्त हो। दूसरा लेंस ऐसा होना चाहिए जो ४ फुट × ४ फुट के क्षेत्र

1. Shaft.

के लिए उपयुक्त हो, जिसकी सहायता से वार्तालाप करते हुए दो व्यक्तियों के स्थान को अपनी परिधि में लाया जा सके तथा तीसरा लेंस १० फुट × १० फुट के क्षेत्र के लिए होना चाहिए जो ड्रामा तथा घूँसेबाजी की प्रतियोगिताओं के टेलीविज़न-प्रेषण के लिए उपयुक्त हो।

एक दूसरे प्रकार की सीधी पिक-अप स्कैनिंग-प्रणाली भी सम्भव है जिसमें दूरवीक्षित की जाने वाली वस्तु को बड़े तीव्र प्रकाश से आलोकित करते हैं। इस प्रणाली में वस्तु के प्रतिबिम्ब को निपको की चकत्ती पर केन्द्रित करते हैं। चकत्ती के छेदों से निकलने वाले प्रकाश को एक दूसरे लेंस की सहायता से प्रकाश-विद्युत् सेल की कैथोड पर फोकस करते हैं, जैसा कि चित्र १–५ में प्रदर्शित किया गया है।

इस विधि का दोष यह है कि दूरवीक्षित की जाने वाली वस्तु या व्यक्ति को तीव्र प्रकाश से आलोकित करना होता है जो उसे अत्यन्त असुविधाजनक स्थिति में डाल देता है। लेकिन बाहर की दिन के प्रकाश में होने वाली घटनाओं को यांत्रिक स्कैनर से दूरवीक्षित करने का यही एकमात्र उपाय है।

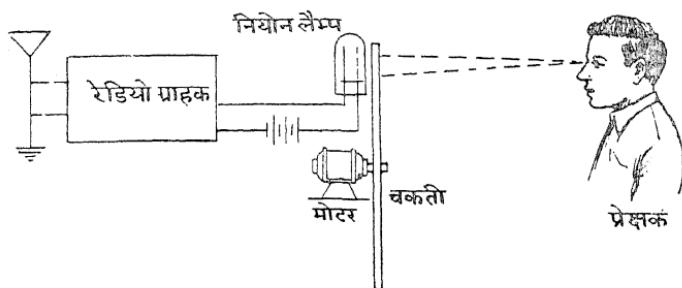
बनावट की दृष्टि से चलचित्रों का चकत्ती वाला स्कैनर अत्यन्त सरल होता है। स्कैनिंग, फिल्म के एक फ्रेम को स्थायी रखकर उसका सर्पिल-छिद्रयुक्त चकत्ती से करने की अपेक्षा, फिल्म को एक नियत गति से एक द्वार से गुजारने पर भी किया जा सकता

चित्र १–५. यांत्रिक स्कैनिंग-प्रणाली की सीधी पिक-अप विधि। इसमें दूरवीक्षित की जाने वाली वस्तु को तीव्र प्रकाश से आलोकित किया जाता है। यह विधि बाहर के तीव्र प्रकाश में होने वाली घटनाओं के दूरवीक्षण के लिए उपयुक्त है।

है। इसके लिए चकत्ती में छिद्र एक वृत्त पर किये जाते हैं जिससे सब छिद्रों की केन्द्र से दूरी बराबर रहे। फिल्म के एक फ्रेम को द्वार के एक निश्चित बिन्दु से गुजरने में जितना समय लगता है उतने ही समय में चकत्ती एक पूरा चक्कर लगा लेती है। अथवा यदि यह उचित समझा जाय तो ३० छिद्रों वाली चकत्ती को ६० छिद्रों वाली चकत्ती की

अपेक्षा दुगुने वेग से घुमाया जा सकता है। इस प्रकार ३० छिद्रों वाली चकत्ती प्रति मिनट २×१४४० = २८८० पूर्ण चक्कर लगायेगी।

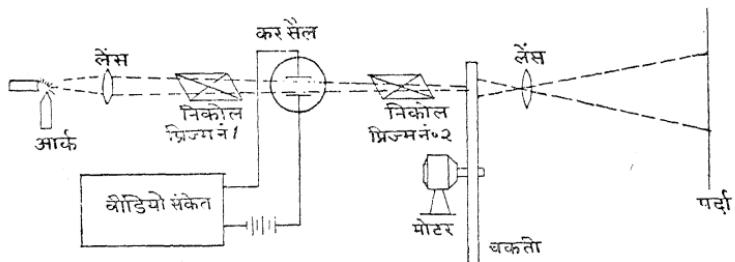
दोनों दशाओं में ६० छिद्रों के गुजरने का आवश्यक समय $\frac{1}{24}$ सेकण्ड उतना ही है जितने समय में फ़िल्म का एक फ्रेम द्वार से निकलता है। ध्वनि को ध्वनिमार्ग पर साधारण रीति से लेते हैं। फिल्म की गति एक-सी रहने के कारण इस विधि में ध्वनि की असंगति से उत्पन्न होने वाली समस्या आसान हो जाती है।

जब प्रति फ्रेम अपेक्षाकृत रेखाओं की संख्या कम हो तो यांत्रिक स्कैनिंग-विधि सन्तोषजनक रहती है। चल-चित्रों के स्कैनिंग में प्रति फ्रेम रेखाओं की संख्या अधिक से अधिक १८० होती है। जर्मन टेलीविज़न यंत्र-प्रणाली ने सन् १९३५ में १८० रेखाओं वाले फ्रेमों को २५ फ्रेम प्रति सेकण्ड की दर से दूरवीक्षित किया। सन् १९३६ में लाये गये निर्वात में वायु के प्रतिरोध को कम करके ४४१ रेखाएँ प्रति फ्रेम के हिसाब से उपयोग में लायी गयीं। स्टूडियो पिक-अप में १२० रेखाएँ प्रति फ्रेम से प्राप्त फल शायद ही सन्तोषजनक सिद्ध हुए। इससे इस क्षेत्र में उच्चतम सीमा निर्धारित हो गयी। इन प्रणालियों का उपयोग काफी सीमित रहा क्योंकि छिद्रों की संख्या बढ़ाने के साथ-साथ छिद्र का आकार भी छोटा करना पड़ता है। नियत व्यास वाली चकत्ती में छिद्रों के क्षेत्रफल में कमी छिद्रों की संख्या के वर्ग के समानुपाती होती है। यदि बड़ी-बड़ी चकत्तियों का उपयोग किया जाय तो उनको इतनी उच्च गति से घुमाने की यांत्रिक समस्या बड़ी कठिन हो जाती है। इसी प्रकार बड़ी चकत्ती पर आकार व स्थिति में ठीक-ठीक एवं शुद्ध छेद बनाने की यांत्रिक समस्या भी अत्यन्त जटिल हो जाती है। यांत्रिक प्रणाली से प्राप्त जानकारी व ब्यौरे से अधिक जानने के लिए अध्याय २ में वर्णित आधुनिकतम इलेक्ट्रानिक स्कैनरों का उपयोग किया जा सकता है।

१–४. पुनरुत्पादन की प्रारम्भिक विधियाँ

सबसे पहली टेलीविज़न-प्रणाली में नियान लैम्प तथा निपको की चकत्ती[1] प्रयुक्त की गयी थी। आने वाले रेडियो-संकेतों को साधारण रीति से प्रवर्धित करके उनका पता लगाया जाता था। कम (या वीडियो) आवत्ति के संकेतों को परिवर्धित करने के पश्चात् नियान लैम्प में भेजते थे। पृष्ठभूमि को उदासीन या 'ग्रे'[2] करने के लिए वीडियो वोल्टता के साथ-साथ कुछ सरल वोल्टता[3] श्रेणी में प्रयुक्त की गयी थी। प्रारम्भिक चित्र का सरल धारा (D. C.) अवयव साधारणतया प्रेषित नहीं किया जाता था, अतः आवश्यक था कि इसे कृत्रिम रूप से ग्राहक स्टेशन पर

1. Nipkow disk, 2. Gray, 3. D. C. Voltage.

पुनःस्थापित कर दिया जाय। सामान्यतः नियान लैम्प में एक चपटा वर्गाकार विद्युदग्र होता था। इस लैम्प के सामने निपको की चकत्ती स्थित होती थी। इसको हाथ से नियंत्रित एक मोटर द्वारा घुमाया जाता था। चकत्ती में उतने ही छिद्र थे जितनी एक प्रेषित चित्र में रेखाएँ थीं। यह छिद्र एक सर्पिल में इस प्रकार किये गये थे जैसा कि प्रेषक चकत्ती के सम्बन्ध में पहले वर्णन किया जा चुका है। जैसा चित्र १–६ से स्पष्ट है, दर्शक चकत्ती के सामने रहता है जिससे या तो वह सीधे चकत्ती को देखे या एक लेंस द्वारा एक चित्र के क्षेत्रफल के बराबर चकत्ती के बृहत् क्षेत्रफल को देखे।

जब ग्राहक चकत्ती की गति प्रेषक चकत्ती की गति के समकालिक हो, तो चित्र पूर्णतः शान्त व स्थिर होगा। यदि चित्र क्षैतिज तल में उचित फ्रेम में न बने तो पृथ्वी के सापेक्ष मोटर को घुमाकर इस त्रुटि को ठीक किया जा सकता है। यदि ऊर्ध्व तल में चित्र उचित फ्रेम में न बने तो मोटर को इतने पूर्ण चक्करों से असमकालिक किया जा सकता है, जिससे चित्र उचित फ्रेम में बनने लगे। इस बात का विशेष ध्यान रखा जाता

चित्र १–६. समक्षदर्शी टेलीविज़न के ग्राहक की यान्त्रिक प्रणाली।

है कि वीडियो आवृत्ति के संकेत के ध्रुवत्व[1] को सही प्रकार से लैम्प से सम्बन्धित किया जाय, जिससे वर्ण-उत्क्रमणीयता न उत्पन्न हो सके, जिसके होने से काला भाग श्वेत और श्वेत भाग काला दिखाई देने लगेगा। यदि 'निगेटिव' चित्र प्राप्त हो तो इसका उत्क्रम या 'पाज़ीटिव' चित्र प्राप्त करने के लिए प्रतिरोध-युग्मी वीडियो आवृत्ति-प्रवर्धक की एक और श्रेणी घटा या बढ़ा देनी चाहिए, क्योंकि प्रवर्धक की प्रत्येक श्रेणी से कला में १८०° का अन्तर हो जाता है।

यही उपकरण बिना किसी परिवर्तन के चल-चित्र-प्रेषण या स्टूडियो-प्रेषण के

1. Polarity.

संग्रहण में प्रयुक्त किया जाता था। बहुधा इस प्रकार बने प्रतीयमान चित्रों का आकार क्षेत्रफल में शायद ही ३ इंच के वर्ग से बड़ा हो। इतना छोटा चित्र अकेले एक दर्शक के लिए तो उपयुक्त हो सकता है, परन्तु निश्चय ही यह दर्शकों के समूह के लिए सर्वथा अनुपयुक्त है। फलतः एक प्रक्षेपक ढंग के संग्राही का विकास हुआ जिसमें पहले वर्णन किये गये जैसे लैम्प के स्थान पर अंवतल मंह वाला नियान लैम्प कार्य में लाया गया। इस लैम्प ने चकत्ती के पीछे प्रकाश की अधिक तीव्रता उत्पन्न की। चकत्ती से निकले हुए प्रकाश को एक लेंस द्वारा घर्षित काँच के लगभग एक १ फुट वर्गाकार के परदे पर केन्द्रित किया गया। यह प्रतिविम्ब अनेक दर्शकों द्वारा सुविधापूर्वक देखने के लिए आकार में पर्याप्त बड़ा था। इस उपकरण को ऐसा बनाया गया जिससे वह आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान को ले जाया जा सके। इसकी सहायता से रेडियो-प्रदर्शनी तथा जन-सभाओं में टेलीविज़न का प्रदर्शन किया गया।

चित्र १–७. विशाल जन-समुदाय के देखने के निमित्त टेलीविज़न-पुनरुत्पादन की यान्त्रिक प्रणाली जिसमें करसेल-प्रक्षेपक प्रयुक्त किया गया है।

चल-चित्र गृहों आदि में जहाँ पर विशाल दर्शक-समुदाय होता है, ऊपर वर्णन किये हुए प्रतिबिम्ब का आकार अब भी छोटा था। ऐसे अवसरों के लिए कर[1] सेल-प्रक्षेपक का विकास किया गया। कर सेल एक ऐसी युक्ति है जिसे विद्युत्-चालित प्रकाश वाल्व[2] कहा जा सकता है। कर सेल के पीछे अति तीव्र प्रकाश देने वाला एक आर्क लैम्प होता है। इस प्रकाश को संगृहीत करके इसको एक प्रकाश-ध्रुवणकारक के ऊपर डालते हैं, तत्पश्चात् इस प्रकाश को कर सेल में होकर गुजारते हैं। एक संघनित्र की धातु की दो प्लेटों के बीच थोड़ा-सा नाइट्रो बैन्जोल लेकर 'कर' सेल बनाया जाता है। संघनित्र की प्लेटों के बीच विभवान्तर[3] उत्पन्न करके जब इनके

1. Kerr, 2. Valve, 3. Potential difference.

बीच में होकर ध्रुवित प्रकाश गुजारते हैं तो इसका ध्रुवणतल घूम जाता है। इस घुमाव की मात्रा वोल्टता के समानुपाती होती है। कर सेल से निकलने वाले प्रकाश को एक दूसरे ध्रुवणकारक में से गुजारते हैं जो पहले ध्रुवणकारक की सीध में होता है। कर सेल पर लगी वोल्टता का कार्य प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन कर देना होता है जो अन्त में दूसरे ध्रुवणकारक से निकलती है। वीडियो आवृत्ति की वोल्टता पर एक सरल वोल्टता को अधिष्ठापित करके संघनित्र की प्लेट को देते हैं जिससे भूरी[1] पृष्ठभूमि प्राप्त होती है। इस प्रकार संक्रामित प्रकाश को निपको की चकत्ती के पीछे के भाग पर केन्द्रित करते हैं। चकत्ती की दूसरी ओर एक प्रक्षेपक लेंस स्थित होता है। यह लेंस चकत्ती के छेदों या झिर्रियों को एक परदे पर प्रक्षेपित करता है। यह प्रणाली चित्र १–७ में प्रदर्शित की गयी है।

दूरवीक्षण की इस प्रणाली द्वारा १० फुट वर्ग के आकार का चित्र उत्पन्न किया जा सकता है। यह सन् १९२९ में सेनेक्टेडी[2] के थियेटर में दर्शकों के समक्ष प्रदर्शित किया गया।

प्रारम्भिक पुनरुत्पादन-प्रणालियों में से एक प्रणाली में निपको की चकत्ती के साथ-साथ बारी-बारी से दर्पण पेच प्रयुक्त किये गये थे। इस प्रणाली में वीडियो वोल्टता द्वारा संक्रामित किये गये नियान लैम्प या कर सेल-संक्रामक के साथ आर्कलैम्प को प्रकाश-स्रोत के स्थान पर प्रयुक्त किया गया। स्रोत से प्रकाश दर्पणपेच पर पड़ता था। प्रेषित चित्र की रेखाओं की संख्या के बराबर दर्पणपेच में छोटे-छोटे दर्पणों का समुदाय लिया गया। ये दर्पण सूत्र-दोलन-दर्शी[3] के घूमने वाले दर्पणों की भाँति चक्रीय पहिये की परिधि पर लगाये गये थे। केवल इतना भेद रखा गया था कि प्रत्येक दर्पण का अपने से पहले दर्पण की अपेक्षा, पहिये की ईषा[4] की रेखा की समानान्तर दिशा में क्रमानुसार कुछ न्यूनाधिक कोणीय झुकाव रहे। इस प्रकार जितने समय में एक के पश्चात उसी स्थान पर दूसरा दर्पण पहुँचता था उतने ही समय में प्रकाश-बिन्दु चित्र की एक रेखा को पार करके दूसरी पर उतर जाता था। इस प्रकार दर्पण के एक पूर्ण चक्कर में सम्पूर्ण चित्र को पूरा कर लिया जाता था। प्रायः दर्पण के पहिये की ईषा को ऊर्ध्वाधर रखा जाता था। दर्पण-पहिये में अर्धमिश्रित प्रकाश के सूची-बिन्दु[5] से बनने वाले प्रतिबिम्ब को दर्शकगण देखते हैं। पहिये की चक्रीय गति के कारण चित्र सम्पूर्ण चित्रित हो जाता है। प्रतिबिम्ब के आवर्धन के लिए अनेक आवर्धन तथा प्रक्षेपण-विधियाँ प्रयुक्त की जा सकती हैं। दर्पण पेच के इतने सफलीभूत होने पर भी

1. Gray, 2. Schenectady, 3. String oscilloscope, 4. Shaft, 5. Pin point.

इसके झकावकोण में कोमल समंजन आवश्यक होने के कारण इसके निर्माण का मूल्य इतना बढ़ गया कि इसको व्यावहारिक रूप में प्रयुक्त न किया जा सका।

प्रश्नावली

१–१ प्रयोगशाला में किये गये परीक्षणों से विदित होता है कि फुट कैण्डिल में परदे पर प्रकाश की तीव्रता तथा फ्लिकर को रोक भर सकने के लिए फ्रेम आवृत्ति का ग्राफ अर्ध लघु गुणकीय[1] ग्राफ कागज पर खींचने पर सरल रेखा प्राप्त होगी। इस ग्राफ के ऊपर दो बिन्दुओं को नापा गया।

भुजांक[2] लघुगुणकीय मापदण्ड	कोटचंक[3] रेखीय मापदण्ड
प्रकाश की तीव्रता	फ्रेम आवृत्ति
१ फुट-कैण्डिल	३८
५ फुट-कैण्डिल	४५

(क) इन अंकों से फ्रेम आवृत्ति (F) तथा प्रकाश की तीव्रता (E) में समीकरण स्थापित करो।

(ख) यदि उक्त प्रकाश की तीव्रता को बढ़ाकर २० फुट-कैण्डिल कर दिया जाय तो फ्लिकर को रोक भर सकने के लिए फ्रेम आवृत्ति की गणना करो।

(ग) यदि $F=60$ फ्रेम प्रति सेकण्ड हो और झिलमिलाहट को देख भर सकना है तो प्राप्त होनेवाली E की गणना करो।

उत्तर

(क) $F=38+7\left[\frac{\text{लघु } E}{\text{लघु } 5}\right]$।

(ख) $F=51$ फ्रेम प्रति सेकण्ड।

(ग) $E=158$ फुट-कैण्डिल।

१–२ (क) एक चकत्ती वाले स्कैनर से एक चल-चित्र फिलम को स्कैन करना है। प्रति फ्रेम १२० रेखाएँ हैं तथा प्रति सेकण्ड २४ फ्रेम गुजारने हैं। समक्रमिक मोटर १,२०० चक्कर प्रति मिनट लगाने वाली ही उपलब्ध है। चकत्ती पर कितने छिद्रों की आवश्यकता पड़ेगी?

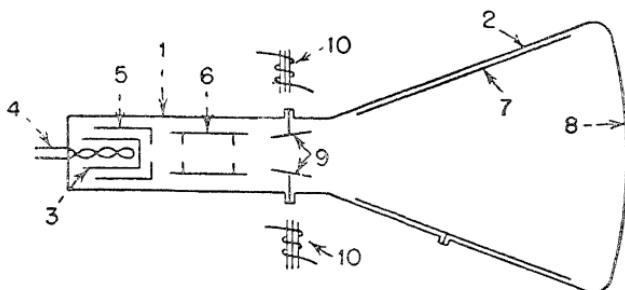
(ख) यदि एक चकत्ती की परिधि की सुरक्षित चाल १,१०० फुट प्रति सेकण्ड

1. Semilogarithmic, 2. Abscissa, 3. Ordinate.

है। इसके ऊपर एक सर्पिल में छेद करने हैं जिससे यह एक ऐसा स्कैनर बन जाय जो ३,६०० चक्कर प्रति मिनट लगाकर १८० रेखा वाले चित्र को ६० फ्रेम प्रति सेकण्ड की दर से स्कैन कर सके। सबसे बड़े सम्भव होने वाले छेद का व्यास ज्ञात करो। चित्र वर्गाकार आकृति का है। छेद का व्यास पास-पास की दो रेखाओं के मध्य-बिन्दुओं के बीच की दूरी का १·५ गुना हो सकता है। प्रकाश-सम्बन्धी एवं यांत्रिक आवश्यकताओं के कारण सबसे बाहर वाला छेद चकत्ती के किनारे से ०·२५ इंच होना चाहिए।

उत्तर

(क) १४४ छेद।

(ख) व्यास = ०·००९९५ इंच।

अध्याय २

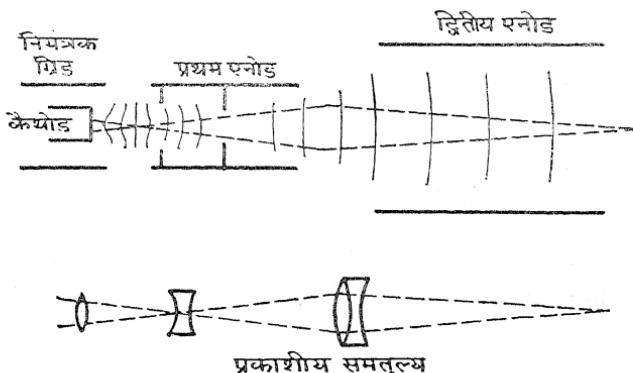
स्कैनिंग तथा पुनरुत्पादन की इलेक्ट्रानिक विधियाँ

टेलीविज़न-प्रणाली के प्रारम्भिक अनुसंधानकर्ताओं में से अनेकों को शीघ्र ही प्रेषक एवं ग्राहक स्थानों पर प्रयुक्त यांत्रिक प्रणाली की सीमित सफलताओं का ज्ञान हो गया था। अनेक प्रयोगशालाओं में स्कैनिंग की इलेक्ट्रानिक विधियों के विकास पर कार्य प्रारम्भ हुए, जिसके परिणामस्वरूप इस प्रकार के अनेक कामचलाऊ स्कैनर उपलब्ध हुए।

२–१. कैथोड-किरण-नलिका (Cathode-ray Tube)

यह बात विशेष रूप से ध्यान देने योग्य है कि कैथोड-किरण-नलिका के विभिन्न रूप भिन्न-भिन्न प्रकार के सूक्ष्म-चित्रणों[1] का कार्य करते हैं। अतः इन सूक्ष्म-चित्रणों के विस्तृत वर्णन से पूर्व कैथोड-किरण-नलिका का अध्ययन नितान्त आवश्यक है।

चित्र २–१. कैथोड-किरण-नलिका का अनुप्रस्थ काट। नलिका चुम्बकीय तथा स्थिर विद्युतीय विक्षेप का उपयोग करती है।

कैथोड-किरण-नलिका में, जिसके अनुप्रस्थ काट[2] को चित्र २–१ में प्रदर्शित किया गया है, प्रायः एक बेलनाकार काँच के खण्ड १ को शंक्वाकार खण्ड २ में बन्द कर देते हैं तथा सम्पूर्ण नलिका को निर्वात[3] करके बन्द कर देते हैं।

1. Scanners, 2. Section, 3. Vacuum.

बेलनाकार खण्ड में 'इलेक्ट्रान गन'[1] स्थित होती है। इससे ऋणात्मक विद्युतीय कण (इलेक्ट्रान) अत्यन्त तीव्र वेग से एक पतले किरण-पुंज के रूप में निकलते हैं। आक्साइड आवरणयुक्त, अप्रधान रूप से तप्त ऋणाग्र[2] ३, तप्त तार ४, ग्रिड[3] ५, जो धातु की बनी होती है तथा एक बेलनाकार टोपी की तरह कैथोड को ढके हुए है तथा जिसके बीच में एक छोटा-सा छिद्र है जिसमें से होकर इलेक्ट्रान निकलते हैं, तथा द्वारक[4] युक्त प्रथम धनाग्र[5] ६, मिलकर इलेक्ट्रान गन की रचना करते हैं। गन के पश्चात् नलिका में चाँदी की कलईयुक्त (रजत-रंजित) ग्रेफाइट अथवा किसी विद्युत्-चालक के आवरण से बना हुआ द्वितीय धनाग्र ७ तथा प्रतिदीप्त परदा[6] होता है। यह परदा ऐसे पदार्थों का बना होता है जो विद्युत्-मय कणों के टकराने पर प्रतिदीप्ति उत्पन्न करते हैं। उपर्युक्त अवयव कैथोड-किरण-नलिका की मौलिक रचना करते हैं।

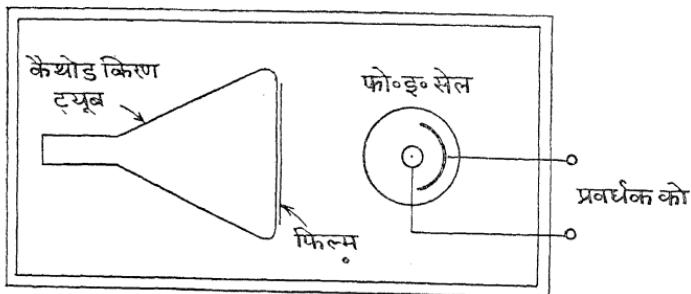
नलिका की कार्य-प्रणाली निम्न प्रकार है। तप्त ऋणाग्र[7] से निकलने वाले इलेक्ट्रानों को प्रारम्भ में त्वरण[8] देने के लिए प्रथम धनाग्र के साथ धनात्मक वोल्टता होती है। इस वोल्टता के ऋणात्मक सिरे को ऋणाग्र से जोड़ देते हैं। साधारण परिस्थितियों में बल रेखाएँ नियन्त्रक-ग्रिड-द्वारक[9] से लेकर कैथोड तक फैली होती हैं। परन्तु नियन्त्रक ग्रिड पर पर्याप्त ऋणात्मक वोल्टता लगाने पर एक ऋणात्मक विभव-बैरियर[10] उत्पन्न हो जाती है। यह द्वारक में से होने वाले इलेक्ट्रान-प्रवाह को रोकती है। 'बायस वोल्टता'[11] का नियंत्रण करने पर इलेक्ट्रान-समूह का प्रवाह 'बायस वोल्टता' से उसी प्रकार का व्यवहार करता है जिस प्रकार कि निर्वात-नली की एनोड धारा ग्रिड के विभव से नियन्त्रित होती है। प्रथम एनोड बेलन के अन्दर प्रवेश करने वाले इलेक्ट्रान स्वभावतः पारस्परिक प्रसारण-बल के कारण फैलने की चेष्टा करते हैं। इस फैलाव की रोक उचित आकृति के विद्युदग्रों[12] के मध्य लगे स्थिर विद्युतीय क्षेत्र की बल-रेखाओं की प्रतिक्रिया द्वारा करते हैं। यह क्रिया इलेक्ट्रान-समूह को आगे अक्ष की ओर बढ़ने के लिए प्रेरणा देती है। इस क्रिया का सिद्धान्त लेंस द्वारा प्रकाश-किरणों के 'फोकसिंग'[13] के अनुरूप है, अतः इस विषय का नाम इलेक्ट्रान-प्रकाशिकी[14] रखा गया।[15] स्थिर विद्युतीय लेंसों की यह विशेषता

1. Electron Gun, 2. Cathode, 3. Grid, 4. Aperture, 5. Anode, 6. Fluorescent Screen, 7. Cathode, 8. Acceleration, 9. Control-grid-aperture, 10. Potential Barrier, 11. Bias voltage, 12. Electrodes, 13. Focussing, 14. Electron optics. 15. **उत्सुक विद्यार्थी डा० वी० के० ज्वौरकिन** (Dr. V. K. Zworykin) **द्वारा स्थिर विद्युतीय फोकसिंग पद्धति पर लिखे गये लेख को फ्रेन्कलिन इन्स्टीट्यूट**

है कि उनका इलेक्ट्रान के लिए वर्तनांक[1] प्रकाशिकी में प्रयुक्त लेंसों की तरह प्रकाशीय माध्यम तक ही सीमित नहीं रहता, अपितु वह (वर्तनांक) स्थिर विद्युत्-क्षेत्र की सम्पूर्ण लम्बाई के अनुदिश परिवर्तनशील होता है। एक साधारण अकेले इलेक्ट्रान लेंस की रचना भी असम्भव है। स्थिर विद्युतीय क्षेत्र के धनात्मक तथा ऋणात्मक लेंसों के एक संयोग से इसकी रचना होती है। विद्युदग्रों[2] तथा विभवों[3] के समुचित समंजन एवं व्यवस्था द्वारा एक जटिल स्थिर विद्युत् लेंस की उत्पत्ति की

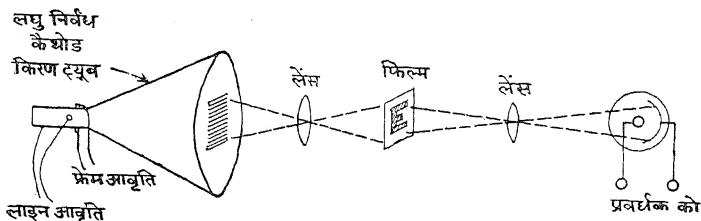
चित्र २–२. कैथोड-किरण-नलिका की इलेक्ट्रान प्रकाशिका तथा प्रकाशिकी समतुलना।

जा सकती है, जो प्रकाश-लेंस के ऋणात्मक एवं धनात्मक लेंस के तुल्य होगा। कैथोड-किरण-नलिका (चित्र २–१) के स्थिर विद्युत् क्षेत्र के विभिन्न अवयवों का विभागीकरण चित्र २–२ में प्रदर्शित किया गया है। चित्र में दिखाया गया है कि इस विशेष अवस्था में इलेक्ट्रान पर क्षेत्र की सम्पूर्ण क्रिया चार प्रकाश लेंसों के संयोग के तुल्य है।

फोकस किया हुआ इलेक्ट्रान-समूह अन्त में प्रतिदीप्त परदे पर टकराता है और इस प्रकार परदे के पदार्थ के साथ गतिज ऊर्जा[4] की मात्रा का ह्रास प्रतिदीप्ति[5] अथवा स्फुरदीप्ति[6] अथवा दोनों के संयोग से परदे के पदार्थ को प्रकाशित कर देता है।

के मई, १९३३ के जर्नल में पृष्ठ ५३५–५५५ पर देखें। इसी लेखक के द्वारा इस लेख का संक्षिप्त विवरण आर० सी० ए० इन्स्टीट्यूट के टैकनीकल प्रेस से मुद्रित टेलीविजन पत्रिका के जुलाई, १९३६ के प्रथम भाग के पृष्ठ १५०–१५८ पर देखें।

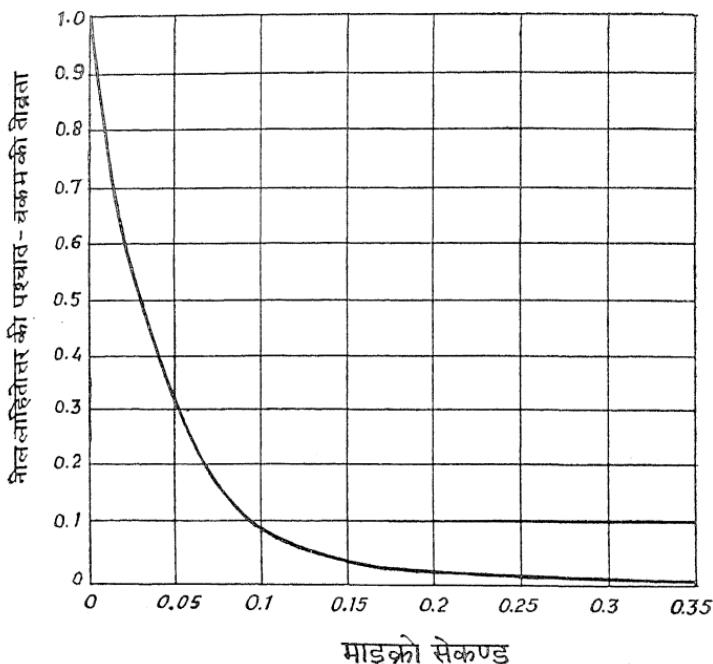
1. Index of refraction, 2. Electrodes, 3. Potentials, 4. Kinetic Energy, 5. Fluorescence, 6. Phosphorescence.

क्योंकि स्थिर विद्युत्-क्षेत्र, जिसमें होकर इलेक्ट्रान-पुंज चलता है, नलिका के बृहत् अक्ष के अनुदिश सममित[1] होता है, अतः प्रकाश का धब्बा परदे के केन्द्र पर दिखाई देगा जब तक कि इस इलेक्ट्रान पुञ्ज पर अक्ष से असममित विद्युतीय या चुम्बकीय क्षेत्र कार्य न करे। इस प्रकार का कोई बल प्रकाश के धब्बे को परदे के केन्द्र से विक्षेपित कर देगा। कैथोड-किरण-नलिका में बलों का यह प्रभाव दोलन-लेखी[2] कार्यों में प्रयुक्त किया जाता है। दोलन-लेखी उपयोग के निमित्त कैथोड-किरण-नलिका में इलेक्ट्रान पुञ्ज के मार्ग के दोनों ओर धातु की पट्टिकाएँ लगा देते हैं। इसे चित्र २–१ के अवयव १ से प्रदर्शित किया गया है। इन पट्टिकाओं के मध्य प्रत्यावर्ती वोल्टता[3] लगाने पर इलेक्ट्रान पुञ्ज परदे पर एक सरल रेखा के अनुदिश आगे-पीछे विक्षेपित होता है। तरंग की आकृति के अध्ययन के लिए नलिका में पट्टियों का एक दूसरा जोड़ा लगा लेते हैं जो पहली पट्टियों के जोड़े के लम्बवत् होता है। साधारणतया आरे के दाँतों-जैसी आकृति की वोल्टता तरंग[4] जिसका प्रमाणभूत आवतकाल, अध्ययन की जाने वाली तरंग का पूर्ण सम अपवर्त्य होता है, इन प्लेटों पर लगायी जाती है जिससे परदे पर द्विदैशिक[5] वक्र प्राप्त होता है।

२–२. साधारण दोलनलेखी नलिका का स्कैनर की भाँति उपयोग

प्रथम तथा अत्यन्त साधारण प्रकार का स्कैनर कैथोड-किरण-दोलनदर्शी नलिका

चित्र २–३. कैथोड-किरण-नलिका का पारदर्शियों के प्रेषक स्कैनर की भाँति उपयोग करने की विधि। इस विधि की तुलना फोटोग्राफ़ी की सम्पर्क-मुद्रण-विधि से कीजिए।

1. Symmetrical, 2. Oscillographic, 3. Alternating Voltage, 4. Saw-toothed voltage wave, 5. In two dimensions.

है। एक साधारण कैथोड-किरण-नलिका अल्प निर्बन्ध[1] परदे के सहित प्रकाश-स्रोत के रूप में प्रयुक्त की जाती है। साधारणतया प्रचलित आरे के दाँतों की आकृति के सदृश तरंग आकृति की वोल्टता को क्षैतिज एवं ऊर्ध्व प्लेटों पर लगाने से प्रतिदीप्त परदे पर एक स्कैनिंग क्षेत्र बन जाता है। परदे पर इस प्रकार बने हुए चित्र[2] आयताकार होते हैं। टेलीविज़न से प्रेषित किये जाने वाले चित्र को फोटो-फिल्म के आकार का होना चाहिए। प्रेषण-क्रिया की एक सरलतम विधि यह है कि फिल्म काँच की प्लेट के घनिष्ठतम सम्पर्क में लगाकर कैथोड-किरण-नलिका के सम्मुख रखें। फिल्म को सीधे परदे के प्रतिदीप्त भाग पर लगाना चाहिए। फिल्म की परिवर्ती पारभासकता[3] के कारण उत्पन्न प्रतिदीप्त प्रकाश की परिवर्ती तीव्रता कैथोड-किरण-नलिका के बाहर बिलकुल सामने रखे हुए प्रकाश विद्युत् सेल पर पड़ती है। बाहरी प्रकाश से प्रकाश सेल का बचाव करने के लिए इस पूरे उपस्करण[4] को प्रकाश-रुद्ध कक्ष में बन्द कर देते हैं जैसा कि चित्र २–३ में प्रदर्शित किया गया है।

चित्र २–४. कैथोड-किरण-नलिका को प्रेषक स्कैनर की भाँति उपयोग करने की एक अन्य विधि। इस विधि में 'फ्लाइंग-स्पॉट रैस्टर' की पारदर्शिता के ऊपर अच्छी फोकसिंग प्राप्त होती है।

कैथोड-किरण-नलिका को प्रेषक स्कैनर की भाँति प्रयुक्त करने की एक दूसरी विधि यह है कि प्रतिदीप्त क्षेत्रफल को प्रेषित की जाने वाली फिल्म के ऊपर फोकस किया जाय तथा उससे निर्गत प्रकाश को एक दूसरे लेंस-समुदाय द्वारा इकट्ठा किया जाय तथा फिल्म के प्रतिबिम्ब को प्रकाश विद्युत् सेल की कैथोड पर लिया जाय। चित्र २–४ में इस विधि का प्रदर्शन किया गया है।

1. Short-persistence, 2. Patterns, 3. Translucence, 4. Equipment.

यदि इस नलिका द्वारा चलचित्रों के प्रेषण का विचार हो तो अकेली एक प्रतिदीप्त रेखा प्रयुक्त की जा सकती है तथा फिल्म को नियत गति से एक झिर्री में होकर खींचा जा सकता है। फिल्म को खींचने की गति २४ फ्रेम प्रति सेकण्ड होनी चाहिए, तथा अकेली क्षैतिज आरे के दाँतों की आकृति रेखा[1] की प्रति सेकण्ड आवृत्ति

चित्र २–५. P_{15} फास्फोर का उद्दीप्ति के पश्चात् क्षय-वक्र। यह फास्फोर 5 W P 15 सांकेतिक कैथोड-किरण-नलिका में उपयोग किया जाता है।

प्रति सेकण्ड गुजरने वाले फ्रेमों की संख्या तथा प्रति फ्रेम इच्छित रेखाओं की संख्या के गुणनफल के बराबर होनी चाहिए। इस प्रकार यदि १०० रेखा प्रति फ्रेम वाले चित्र का प्रेषण करना हो तो क्षैतिज आरे के दाँतों की आकृति की वोल्टता की आवृत्ति

$$F_2 = 100 \times 24 = 2400 \text{ चक्र प्रति सेकण्ड} \quad \ldots\ldots \quad (२–१)$$

कैथोड-किरण-नलिका का चित्र गृहों में फ्लाइंग स्पॉट स्कैनर की भाँति उसी

1. Saw tooth line.

प्रकार प्रयोग किया जा सकता है जिस प्रकार निपकोडिस्क स्कैनर का, जिसे चित्र १–२ में प्रदर्शित किया गया है। परन्तु बाहरी 'पिक-अप' के लिए इसका उपयोग नहीं किया जा सकता।

फास्फोर का क्षय-काल, जिसका इस कार्य के लिए उपयोग किया जाता है, चित्र २–५ में दिखाया गया है। यह नलिका 5 WP 15 कहलाती है। कैथोड-किरण-नलिका की इस नामकरण-प्रणाली में उपर्युक्त अक्षरों का प्रथम अंक नलिका के व्यास का लगभग मान इंचों में प्रदर्शित करता है तथा अगले अक्षर-समूह या अक्षर से नलिका के आकार तथा P के पश्चात् आने वाले अंक से फास्फोर की किस्म का बोध होता है। इस प्रकार 5 WP 15 का अर्थ है, ५ इंच व्यास की नलिका, रेडियो उत्पादक संघ[1] से रजिस्टर्ड Wवीं नलिका, फास्फोर की किस्म १५, जिसका क्षय-लाक्षणिक[2] अत्यन्त तीक्ष्ण होता है। चित्र २–५ में प्रदर्शित वक्र उद्दीप्ति[3] के पराबैंगनी भाग के लिए है। उद्दीप्ति के हरे-नीले अवयव को अपनी प्रारम्भिक मात्रा के ३०% क्षय के लिए, १·५ माइक्रोसेकण्ड[4] समय की आवश्यकता होती है। (१ माइक्रोसेकण्ड $= १०^{-६}$ सेकण्ड)

जब नलिका का उपयोग चित्र को अधिक स्पष्टता के साथ प्रेषण करने में होता है तो उचित प्रकार के प्रकाश फिल्टर का उपयोग करके उद्दीप्ति के हरे-नीले भाग को दूर कर दिया जाता है और केवल तीव्रतम क्षयशीलता एवं उच्चतम क्रियाशीलता से युक्त पराबैंगनी अवयव अवशिष्ट रह जाता है।

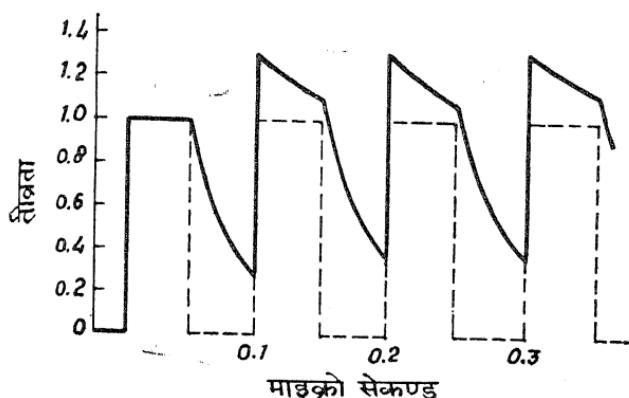
चित्र २–५ के वक्र के अध्ययन से स्पष्ट हो जाता है कि उद्दीप्ति की चमक लगभग ०·२ माइक्रोसेकण्ड में नगण्य रह जाती है। कहने का अभिप्राय यह है कि ०·२ माइक्रोसेकण्ड के पश्चात् चमक प्रारम्भिक चमक का लगभग १ प्रतिशत होती है। अतः नलिका का स्कैनर के रूप में प्रयोग करने पर समय के हिसाब से ०·२ माइक्रोसेकण्ड के अन्तर से प्राप्त होने वाली रेखाओं की उत्तम विभेदकता[5] प्राप्त होती है जो निम्न आवृत्ति के तुल्य होगी—

$$f_2 = \frac{1}{2t} = \frac{1}{2 \times 0 2 \times 10^{-6}} = 2{\cdot}5 \text{ मैग चक्र}^{६} \quad \ldots \quad (२-२)$$

जैसा चित्र २–६ में प्रदर्शित किया गया है, १० मैगचक्र आवत्ति पर भी पर्याप्त

1. Radio Manufacturers Association, R M A, 2. Decay characteristic, 3. Glow, 4. μ sec, 5. Resolution, 6. Mc=Meg cycles तथा 1 Meg=10^6 अर्थात् दस लाख।

मात्रा में 'आउट पुट'[1] प्राप्त हो जाती है। शून्य से ऊपर की ओर जाने वाली बिन्दुमय रेखाएँ आदर्श श्वेत छड़ों का विरूपण करती हैं। उद्दीप्ति के पश्चात् होने वाले[2] प्रभाव को ठोस रेखाएँ अनुमानतः व्यक्त करती हैं। पल्स[3] स्पंद का आयाम, एक पीक[4] से दूसरी पीक तक, अब भी आदर्श का ७०% है, लेकिन नीचे तीक्ष्ण पीक के कारण R M S[5] वर्गों के मध्यमान का वर्गमूल मान आदर्श पीक के RMS मान का केवल ५०% ही है। सम्पूर्ण क्षय वक्र[6] या इनका योग है। P_{15} फास्फोर के पराबैंगनी अवयव के वक्र को निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है--

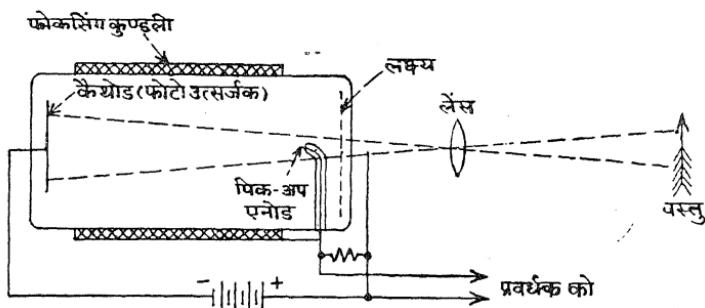
$$E = E_0 \epsilon^{-20t} \quad \ldots. \quad (२-३)$$

जिसमें E=t समय पश्चात् प्रदीप्ति

E_0=प्रारम्भिक प्रदीप्ति

t=माइक्रोसेकण्ड में समय का मान

$\frac{1}{20}$=समय-नियतांक

अतः आधुनिक ५२५ रेखा वाले टेलीविज़न में इस नलिका का सफलतापूर्वक उपयोग किया जा सकता है। इस टेलीविज़न के लिए ४ मैगचक्र की अधिकतम उच्च

चित्र २–६. P_{15} फास्फोर नलिका के ग्रिड[7] पर ०·५ माइक्रो सेकण्ड अवधि की लगायी हुई वर्ग-तरंगों[8] का तीव्रता तथा समय का लेखा-चित्र।

आवृत्ति की आवश्यकता होती है। इस नलिका को अधिकतर पारदर्शकता अथवा

1. Output, 2. Tailing, 3. Pulse, 4. Peak, 5. Root Mean Square Value, 6. Exponential, 7. Grid, 8. Square-waves.

स्लाइड्स[1] के फिल्म-स्कैनिंग में प्रयुक्त किया जाता है। बाह्य अन्य वस्तुओं के स्कैनिंग के लिए यह अनुपयुक्त है।

२–३. चित्र-डिसेक्टर (Image Dissector)

इलेक्ट्रानिक स्कैनिंग की एक अन्य विधि डिसेक्टर नलिका है। इस नलिका का विकास पी० जे० फार्नस्वर्थ[2] ने किया था। यह चित्र २–७ में प्रदर्शित की गयी है। इस नलिका में, विशेष रूप से, एक फोटो उत्सर्जक[3] कैथोड तल होता है जिस पर स्कैन की जाने वाली वस्तु का प्रकाश-बिम्ब फोकस करते हैं। किसी बिन्दु से होने वाला इलेक्ट्रान उत्सर्जन उस बिन्दु पर आपतित प्रकाश की तीव्रता का समानुपाती होता है। नलिका के दूसरे सिरे पर एक जालीदार लक्ष्य होता है जिसे कैथोड के

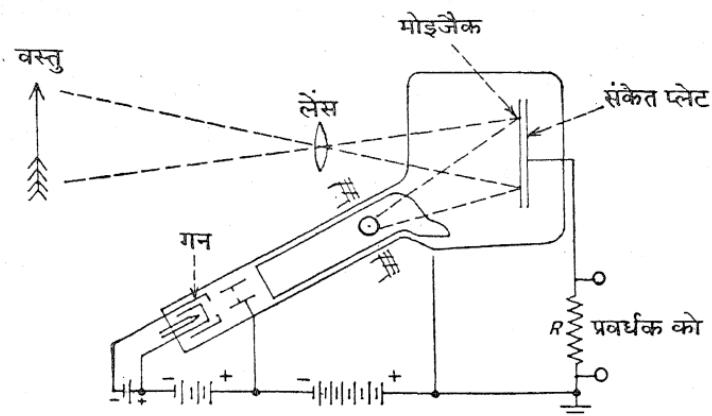
चित्र २–७. चित्र-डिसेक्टर कैमरा नलिका का कार्यप्रदर्शी चित्र।

सापेक्ष धनात्मक वोल्टता से सम्बन्धित कर दिया जाता है। इस लक्ष्य के कारण इसकी ओर आने वाले इलेक्ट्रानों में त्वरण उत्पन्न हो जाता है। नलिका को घेरे हुए एक फोकसिंग कुण्डली होती है जो लक्ष्य के सम्मुख क्षेत्र में प्रकाश चित्र का विद्युतीय पुनरुत्पादन करने का काम करती है। इसकी कार्य-विधि इलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी की कार्य-प्रणाली के ही अनुरूप है। स्कैनिंग प्राप्त करने के लिए आरे के दाँतों की भाँति[4] के ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज चुम्बकीय विक्षेप प्रयोग में लाये जाते हैं (इसे चित्र में प्रदर्शित नहीं किया गया है)। एक एनोड पिक-अप से विद्युतीय चित्र के उस उपभाग से फोटो इलेक्ट्रिक धारा का संग्रह करते हैं जो स्कैन की जाने वाली वस्तु के एक अवयव[5] के तुल्य हो। इस एनोड में काँच के ट्यूब में सील हो रहा एक तार

1. Slides, 2. P. J. Farnsworth, 3. Photo-emissive, 4. Saw-tooth, 5. Element.

होता है जो इस ट्यूब के ऊपरी मुँह पर थोड़ा-सा खुला रहता है तथा यह भाग लक्ष्य के मध्य बिन्दु के समीप होता है। जब विक्षेपीय क्षेत्रों को लगा देते हैं तो सम्पूर्ण विद्युतीय चित्र ऊपर-नीचे तथा 'आगे-पीछे' 'स्वीपिंग'[1] क्षेत्र के अनुरूप विक्षेपित होता है। इस प्रकार चित्र का प्रत्येक अवयव निश्चित क्रम के अनुसार पिक-अप एनोड के सामने होकर गुजरता है तथा 'आउट पुट' प्रतिरोधक में इच्छित वीडियो सिगनल[2] धारा प्राप्त हो जाती है। इस प्रतिरोधक पर उत्पन्न हुए वोल्टेज पतन को 'वीडियो आवृत्ति एम्पलीफायर' से साधारण रीति से प्रवर्धित कर लेते हैं।

परिवर्तित तथा सुधरी हुई डिसेक्टर नलिका को 'मल्टीपेक्टर'[3] कहते हैं। इसमें एनोड नलिका के भीतर अन्तिम अवयव न होकर स्वयं कैथोड बन जाता है। इसकी विशेषता यह है कि इसके तल आपतित प्रत्येक प्राथमिक इलेक्ट्रान के कारण अनेक द्वैतीयक[4] इलेक्ट्रान उत्सर्जित होते हैं। इन द्वैतीयक इलेक्ट्रानों का मार्ग-दर्शन एक अन्य गौण उत्सर्जक तल की ओर किया जाता है। इस पर भी इसी क्रिया की पुनरावृत्ति होती है तथा अतिरिक्त द्वैतीयक इलेक्ट्रान काफी संख्या में निकलते हैं। यह क्रिया विद्युदग्रों के बीच आगे-पीछे की ओर होती रहती है। इसका परिणाम यह होता है कि लगभग १० यात्राओं के पश्चात् धारा का मान २०० गुने से सम्भवतः $१०^{८}$ गुना बढ़ जाता है। इस क्रिया द्वारा प्राप्त प्रवर्धन प्रयोग में लाये हुए गौण उत्सर्जक तल की प्रकृति पर निर्भर करता है। प्रत्येक प्राथमिक इलेक्ट्रान के लिए १·७ द्वैतीयक इलेक्ट्रान निकिल से प्राप्त होते हैं। यदि गौण उत्सर्जक तल सीज़ियम[5] के आवरण से युक्त कैथोड हो तो निकले हुए द्वैतीयक इलेक्ट्रानों की अधिकतम संख्या प्राथमिक इलेक्ट्रानों की ६ गुनी होती है। इस प्रकार १० यात्राओं से प्राप्त प्रवर्धन $६^{१०} = ६०,०००,०००$ होता है। यह कहा जाता है कि इतना प्रवर्धन प्राप्त हो चुका तथा नापा जा चुका है। १·७ तथा ६·० का अंक प्राप्त करने के लिए यह आवश्यक है कि उचित मान की त्वरण-वोल्टता प्रयुक्त की जाय, क्योंकि गौण उत्सर्जक तथा त्वरण-वोल्टता के लेखाचित्र[6] में एक सुस्पष्ट पीक आती है। प्रति बार[7] लगायी वोल्टता का अनुमानतः क्रम ५०० वोल्ट का है।

मल्टीपैक्टर में अन्तिम रूप से प्रवर्धित धारा को संग्रह करने के लिए एक एनोड होती है। इस धारा को एक बाह्य प्रतिरोध संयोग[8] में प्रवाहित करके लाभदायक वीडियो संकेत वोल्टता उत्पन्न कर ली जाती है।

1. Sweeping, 2. Video signal, 3. Multipactor, 4. Secondary, 5. Cesium, 6. Graph, 7. Step, 8. Coupling resistor.

यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा चित्र-डिसेक्टर में निम्नलिखित लाभप्रद विशेषताएँ हैं —

(१) इलेक्ट्रानों के अतिरिक्त और कोई अवयव गतिशील नहीं होता।

(२) इस विधि में उतने स्थान की आवश्यकता नहीं होती जितनी कि यांत्रिक स्कैनर की बड़ी चकत्ती के लिए होती है।

(३) इसके द्वारा स्कैनिंग अधिक शुद्ध सम्भव है क्योंकि इसमें यांत्रिक स्कैनर-विधि के समान १,००,००० छिद्र प्रति इंच बनाने वाली जटिल समस्या नहीं होती।

(४) इसमें अधिक दक्षता की सम्भावना है, क्योंकि इसमें वस्तु की समान प्रदीप्ति के लिए प्राप्त वीडियो संकेत काफी प्रबल तथा कोलाहल से मुक्त होते हैं।

(५) डिसेक्टर में प्रति फ्रेम रेखाओं की संख्या को दोलक[1] की स्वीप[2] आवृत्ति के परिवर्तन से इच्छानुसार नियन्त्रित किया जा सकता है।

(६) यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा डिसेक्टर द्वारा प्रति सेकण्ड निरीक्षित अवयवों की संख्या काफी अधिक होती है।

२–४. आइकोनोस्कोप (Iconcscope)

यह इलेक्ट्रानिक स्कैनर का एक और रूप है। इसको डा० वी० के० ज्वौरकिन ने विकसित किया था जो आजकल R.C.A. में हैं तथा पहले वैस्टिंग हाउस इलेक्ट्रिक

चित्र २–८. आइकोनोस्कोप कैमरा नलिका के क्रमागत अवयवों का चित्रण।

1. Oscillator, 2. Sweep.

एण्ड मैन्यूफैक्चरिंग कम्पनी में कार्य करते थे। नलिका के क्रमागत अवयवों की रूप-रेखा चित्र २–८ में प्रदर्शित की गयी है।

आइकोनोस्कोप के एक सिरे पर इलेक्ट्रान गन[1] साधारण कैथोड-किरण-नलिका में प्रयुक्त इलेक्ट्रान गन के अनुरूप होती है। कैथोड-किरणें अथवा इलेक्ट्रान पुञ्ज नलिका के दूसरे किनारे पर स्थित सपाट[2] पट्टिका पर फोकस करके डाले जाते हैं। इस पट्टिका का आकार ५″×४″ होता है। इसके बनाने में अभ्रक या काँच-जैसे पृथक्कारक[3] विसंवाही पदार्थ का उपयोग किया जाता है। इस प्लेट का गन से दूर वाला सिरा पूर्णतया धातु की फिल्म से ढका रहता है। इसे संकेत प्लेट[4] कहते हैं। पृथक्कारी पट्टिका के उस किनारे पर जहाँ कैथोड-किरणें आपतित होती हैं, धातु की छोटी-छोटी गोलियाँ[5] लगाकर एक विशेष प्रकार का फोटो-इलेक्ट्रिक तल बना देते हैं। प्रत्येक छोटी-छोटी गोली एक दूसरी से पृथक् न्यस्त होती है। उनमें से प्रत्येक को सीज़ियम[6] जैसे पदार्थ की सहायता से प्रकाश-सुग्राही[7] बना देते हैं। संकेत प्लेट को एक बाह्य लोड[8] प्रतिरोधक[9] द्वारा जोड़ देते हैं तथा तब इसे एनोड से मिला देते हैं। इस प्रतिरोध में वीडियो[10] संकेत वोल्टता उत्पन्न होती है। तत्पश्चात् इसको वीडियो-आवृत्ति-प्रवर्धन के निमित्त बनाये हुए निर्वात-नलिका-प्रवर्धकों की सहायता से प्रवर्धित कर लेते हैं।

कोई भी चित्र निम्न प्रकार से टेलीविज़न से प्रेषित किया जाता है। टेलीविज़न की जाने वाली वस्तु के प्रकाश-बिम्ब को अभ्रक प्लेट के मोज़ेइक[11] वाले किनारे पर फोकस कर लेते हैं। जब प्रकाश छोटी-छोटी गोलियों पर पड़ता है तो वे प्रकाश की तीव्रता के अनुरूप संख्या में इलेक्ट्रान उत्सर्जित करती हैं। क्योंकि प्रत्येक गोली एक दूसरी से पृथक् न्यस्त[12] होती है, अतः प्रत्येक गोली पर प्रकाश की तीव्रता के अनुरूप धन आवेश केन्द्रित हो जाता है। इस प्रकार प्लेट के ऊपर प्रकाश-बिम्ब के अतिरिक्त एक 'विद्युतीय बिम्ब' और बन जाता है। विद्युतीय बिम्ब आवेश का वह विभाजन होता है जिसमें श्वेत भाग सर्वाधिक धनावेश तथा काला भाग आवेशहीन क्षेत्र का सूचक होता है। मोज़ेइक वाले भाग पर क्षैतिज एवं ऊर्ध्व तल में कैथोड-किरणें इस प्रकार डाली जाती हैं जैसा कि नियमित स्कैनिंग क्रिया में किया जाता है। जब कैथोड-किरण एक छोटी गोली पर पड़ती है तो फोटो इलेक्ट्रिक आवेश समाप्त हो जाता है तथा इस आकस्मिक आवेश परिवर्तन के कारण विद्युत्-धारा

1. Electron Gun, 2. Flat, 3. Insulating, 4. Signal plate, 5. Globules, 6. Cesium, 7. Photo-sensitive, 8. Load, 9. Resistor 10. Video, 11. Mosaic, 12. Insulated.

संकेत प्लेट के विद्युतीय चक्र तथा बाह्य प्रतिरोधक में प्रवाहित होती है, जिससे वीडियो संकेत की उत्पत्ति होती है, जैसा कि पहले वर्णन किया जा चुका है।

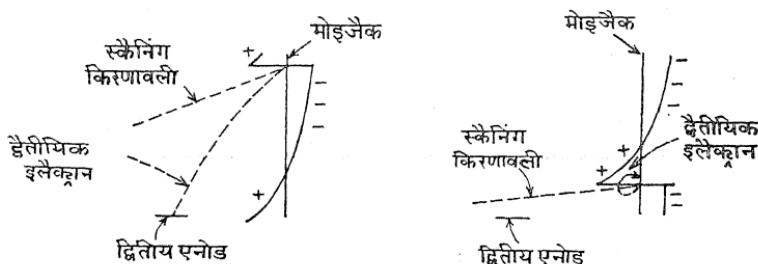
वास्तव में उपर्युक्त वर्णन अनेक कारणों से परिवर्तित[1] किया गया है। उनमें से एक कारण द्वैतीयक उत्सर्जन[2] है जो इलेक्ट्रान पुंज की छोटी-छोटी गोलियों पर पड़ने के कारण उत्पन्न हो जाता है। दूसरा कारण यह भी है कि कैथोड-किरणें गोलियों को आवेशहीन ही नहीं करतीं, परन्तु उन्हें ऋण आवेश से आवेष्टित भी कर देती हैं, जो अँधेरे में लगभग १ वोल्ट के तुल्य होता है।

आइकोनोस्कोप का सबसे बड़ा लाभ उसकी तथाकथित स्मरण-शक्ति है। आइकोनोस्कोप की यांत्रिक स्कैनर से तुलना करने पर प्रतीत होता है कि यांत्रिक स्कैनरों में चित्र का प्रत्येक अवयव हर एक फ्रेम के केवल $1/n$ भाग के लिए ही 'आउट पुट' धारा देता है, इसमें n अवयवों की संख्या है। परन्तु आइकोनोस्कोप में, क्योंकि सम्पूर्ण फ्रेम के अवयव एक साथ प्रकाशित कर दिये जाते हैं तथा एक ही बार सम्पूर्ण फ्रेम को आवेशहीन किया जाता है, प्रत्येक अवयव का सम्पूर्ण धारा में योग इकाई रहता है। यदि यांत्रिक स्कैनरों तथा आइकोनोस्कोप में प्रयुक्त फोटो इलैक्ट्रिक तलों की प्रकाश-संवेदिता[3] समान हो तो आइकोनोस्कोप में उपलब्ध सम्पूर्ण धारा यांत्रिक स्कैनरों की धारा की अपेक्षा n गुनी अधिक तीव्र होती है। प्रयोगात्मक दृष्टि से इस धारा का केवल १०% भाग ही आइकोनोस्कोप द्वारा प्राप्त होता है। परन्तु जब इतनी अधिक संख्या में अवयवों का प्रेषण करना होता है, धारा की यह उपलब्ध मात्रा यांत्रिक स्कैनरों द्वारा प्राप्त धारा की मात्रा की तुलना में फिर भी काफी अधिक होती है। उदाहरण के लिए, ५२५ लाइन वाले चित्र में आवश्यक अवयवों की संख्या

$$n = \frac{(525)^2 \times 4}{3} = 367,000 \text{ अवयव} \quad \ldots\ldots \quad (२—४)$$

चित्र के 'आस्पेक्ट रेशियो'[4] को, जिसमें ४ इकाई क्षैतिज तथा ३ इकाई ऊर्ध्वाधर हैं, ध्यान में रखकर गुणक $\frac{4}{3}$ को उपर्युक्त समीकरण (२–४) में लगाया गया है।

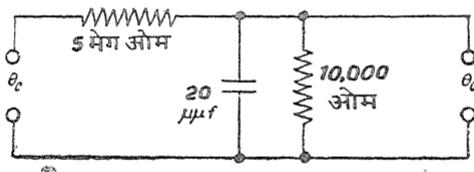
आइकोनोस्कोप की दक्षता १०% मानने पर भी इससे यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा ३६,७०० गुनी धारा प्राप्त होती है। उपलब्ध वीडियो वोल्टता विद्युतीय चक्र की धारिता पर अवलम्बित होती है। क्योंकि विद्युतीय चक्र की धारिता पहले

1. Modified, 2. Secondary emission, 3. Sensitivity, 4. Aspect Ratio.

प्रवर्धक ट्यूब[1] द्वारा दी गयी धारिता[2] संकेत प्लेट की धारिता तथा तत्सम्बन्धित तारों की धारिता पर निर्भर होती है, अतः इस इलेक्ट्रानिक प्रणाली में यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा कम से कम २०,००० गुनी अधिक संकेत वोल्टता की उत्पत्ति की जा सकती है। अतः इससे तुरन्त ही यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि आइकोनोस्कोप द्वारा कोलाहलरहित संकेत की प्राप्ति एक अमूल्य देन है तथा यह विशेष रूप से यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा अधिक उत्कृष्टता के लिए उत्तरदायी है।

उपर्युक्त गुणों के अतिरिक्त आइकोनोस्कोप, यांत्रिक स्कैनर से उन सभी विशेषताओं में उत्कृष्ट है जो कि डिसेक्टर नलिका में यांत्रिक स्कैनर की अपेक्षा प्राप्त होती हैं, जैसे कि (१) इसमें कोई भी गतिशील भाग नहीं होता, (२) न्यूनतम स्थान घेरती है, (३) उत्तम यथार्थता[3] देती है तथा (४) लाइन एवं फ्रेम आवृत्ति के अनुपात के परिवर्तन की लचकता[4] इसमें प्राप्त है।

लेकिन इससे यह नहीं समझना है कि आइकोनोस्कोप एक दोषमुक्त सफल पूर्ण विधि है। बौछार[5] प्रभाव के कारण मोज़ेइक[6] तल पर उत्पन्न तैरते हुए से वितरित विभव[7] की उपस्थिति आइकोनोस्कोप में एक विशेष दोष के रूप में विद्यमान रहती है। इस बौछार-प्रभाव[8] की व्याख्या इस प्रकार की जा सकती है। जब मोज़ेइक तल के किसी भाग पर स्कैनिंग-किरण पड़ती है तो उससे गौण इलेक्ट्रान की एक निश्चित संख्या विस्थापित हो जाती है। ये गौण इलेक्ट्रान वे हैं जो वास्तव में 'आउट पुट' चक्र में धारा प्रवाहित कराते हैं, क्योंकि यह ऋण आवेष्टित होने के कारण नलिका में स्थित दूसरे एनोड द्वारा आकृष्ट हो जाते हैं। परन्तु दुर्भाग्यवश सबके सब गौण इलेक्ट्रान दूसरे एनोड पर नहीं पहुँच पाते। इसका प्रधान कारण यह है कि मोज़ेइक तल से दूसरा एनोड कुछ दूरी पर होता है और विभव-पतन केवल एक या दो वोल्ट का ही होता है। दूसरी तरफ मोज़ेइक तल वह क्षेत्र है, जिसका स्कैनिंग हो चुका है, दूसरे एनोड की अपेक्षा यह अधिक धनात्मक प्रवृत्ति का होता है तथा दूसरे एनोड की अपेक्षा गौण इलेक्ट्रान के स्रोत के अधिक निकट होता है। अतः गौण इलेक्ट्रान की एक बौछार[9] इस क्षेत्र पर छा जायगी तथा यह बौछार इस क्षेत्र की छोटी-छोटी गोलियों के धनावेश को कम करके एक मिथ्या वीडियो संकेत उत्पन्न कर देगी। यह देखा गया है कि यह बौछार तीव्र प्रकाशित तथा चमकीले स्थानों की तरफ चलती है तथा उन क्षेत्रों में पुनरुत्पादित चित्र को काला कर देती है। यदि मोज़ेइक क्षेत्र का स्कैनिंग ऊपर

1. Amplifier tube, 2. Input capacitance, 3. Accuracy, 4. Flexibility, 5. Spray, 6. Mosaic, 7. Floating potential distribution, 8. Spray effect, 9. Spray.

से नीचे की तरफ करें तो मोज़ेइक वाले भाग की चोटी को हल्की-सी बौछार प्राप्त होती है, क्योंकि स्कैनिंग-किरणों के पड़ने वाले स्थान के बिलकुल नीचे तथा आसपास के सम्पूर्ण फ्रेम का क्षेत्र ऋणात्मक आवेश से आवेष्टित है जब कि मोज़ेइक वाले भाग की तलहटी वाला क्षेत्र और वह क्षेत्र, जिसका स्कैनिंग हो चुका है, फ्रेम के अन्य क्षेत्र की

चित्र २–९. (बायाँ भाग) जब कैथोड किरणें आइकोनोस्कोप के मोज़ेइक तल पर पड़ती हैं तो उस समय का आवेश-वितरण। (दायाँ भाग) जब कैथोड किरणें ऊर्ध्वाधर स्वीप के आधार पर पड़ती हैं तो मोज़ेइक तल पर आवेश-वितरण।

अपेक्षा कुछ धनावेश युक्त होता है। परिणामस्वरूप यह क्षेत्र गौण इलेक्ट्रान की अधिकतम संख्या को आकर्षित करेगा। इस कारण असमान रूप से बौछार होती है, जिसकी पूर्ति के लिए यन्त्र-चालक[1] वीडियो संकेत मार्ग[2] में एक आरे के दाँतों के समान परिवर्तित वोल्टता तरंग लगा देता है। इस क्रिया को 'शेडिंग नियन्त्रण'[3] के नाम से पुकारते हैं। जैसा कि पहले वर्णन किया जा चुका है, स्कैन किये हुए चित्र में परिवर्तित प्रकाश-विभाजन के कारण भी शेडिंग में काफी अनियमितताएँ उत्पन्न हो जाती हैं, जिनके समाधान के निमित्त भी यन्त्र-चालक को, साधारण शेडिंग के दोष को दूर करने के अतिरिक्त ध्यान रखना चाहिए। कुछ विशेष दशा में क्षैतिज शेडिंग की भी थोड़ी-बहुत आवश्यकता हो सकती है। चित्र २–९ में उन दशाओं को प्रदर्शित किया गया है, जब कि कैथोड-किरणें मोज़ेइक तल के नीचे वाले भाग तथा चोटी के समीप पड़ती हैं। उपर्युक्त चित्र के थोड़े-से अध्ययन से ही दोनों दशाओं के अन्तर का ज्ञान हो जायगा।

आइकोनोस्कोप का 'आउट पुट' चक्र भी उच्च प्रतिरोधी नलिका या प्रकाश-विद्युत् सेल के चक्र के समान होता है। इस चक्र की रूपरेखा चित्र २–१० के समरूप प्रदर्शित की जा सकती है।

1. Operator, 2. Video Signal Channel, 3. Shading Control.

साधारण निर्वात नलिका के प्लेट प्रतिरोध को उक्त चित्र में ५ मेग ओम प्रतिरोध द्वारा प्रदर्शित किया गया है। e_g निर्वात नलिका के साधारण μe_g के, २०-$\mu\mu f$ (माइक्रो माइक्रो फैराड) की धारिता[1] साधारण निर्वात नलिका के 'आउट पुट' चक्र की धारिता के अनुरूप है। १०,००० ओम का प्रतिरोध साधारण निर्वात

चित्र २–१०. आइकोनोस्कोप की संकेत प्लेट तथा आउट पुट चक्र का तुल्यचक्र।

नलिका प्रवर्धक[2] में प्रयुक्त लोड[3] अथवा बाह्य प्रतिरोध के अनुरूप है। इस प्रतिरोध का मान प्रायः ५००० से १२,००० ओम के मध्य होता है। इसका मान वीडियो संकेत की उच्च सीमा वाली आवृत्ति के प्रतिलोमानुपाती होता है, जिससे वह २०-$\mu\mu f$ धारिता के धारिता-प्रतिकर्तृत्व[4] की तुलना में अति अधिक न हो जाय और अत्यधिक आवृत्ति समानता[5] न करनी पड़े।

आइकोनोस्कोप को प्रयोग में लाते समय उत्तम फल की प्राप्ति के लिए कुछ सावधानियों पर विशेष रूप से ध्यान देना चाहिए। क्योंकि अधिमिश्रित[6] किरणों की धारा के कारण अन्तिम[7] संकेत धारा में भी इसके (संक्रमित किरणपुंज) अनुरूप परिवर्तन होता है। अतः आपतित किरणावली आयाम अधिमिश्रण[8] से मुक्त होनी चाहिए। भाग्यवश यह दोष अधिक गम्भीर नहीं होता जब किरणावली का वेग १,००० वोल्ट होता है। लहर-वोल्टता[9] की पर्याप्त मात्रा अधिमिश्रण के कारण चित्र पर उत्पन्न करने वाली विकृति के पूर्व, सहनशील होती है। प्रदत्त[10] वोल्टता में एक उचित मात्रा का 'फिल्टर' प्रयोग करने से इस स्थिति की रक्षा की जा सकती है। यदि किरणावली को विक्षेपित करने वाले चुम्बकों द्वारा उत्पादित स्थिर विद्युतीय विभव क्षेत्र को संकेत प्लेट तक पहुँचने की छूट हो तो इस कारण एक गम्भीर क्रिया उत्पन्न हो सकती है। इस परिस्थिति में संकेत प्लेट इतनी अधिक वोल्टता से आवे-

1. Capacitor, 2. Vacuum-tube Amplifier, 3. Load, 4. Capacitive reactance, 5. Excessive frequency equalization, 6. Modulated, 7. Ultimate, 8. Amplitude modulation, 9. Ripple voltage, 10. Supply.

ष्टित हो जायगी कि प्रवर्धक[1] इस वोल्टता से 'ओवर लोड'[2] हो जायगा और इसी के कारण इच्छित संकेत वोल्टता लुप्त हो जायगी। इस स्थिति को भली-भाँति बचाने के लिए यह ध्यान रखना चाहिए कि संयोजक तार वेष्टनों[3] से परिरक्षित रहे या स्वतः वेष्टन परिरक्षित रहे अथवा आइकोनोस्कोप की गर्दन के चारों ओर, जहाँ इसका बेलनाकार खण्ड संकेत प्लेट युक्त बड़े खण्ड के साथ जुड़ा होता है, एक स्थिर विद्युतीय परिरक्षक[4] लगा दिया जाय। परिरक्षक को आइकोनोस्कोप के सम्पूर्ण भाग में लगा देते हैं जो वास्तव में केवल गर्दन के जाने के लिए एक छोटे सूराख को छोड़कर आइकोनोस्कोप को दो अलग-अलग भागों में विभक्त कर देता है। यदि संकेत पट्टिका की स्थिर विद्युत् परिरक्षकों[5] द्वारा बाह्य अवांछनीय क्षेत्रों से रक्षा की जा सके, तो उपर्युक्त सावधानियों के बरतने से वास्तव में उत्तम चित्र की प्राप्ति की जा सकती है। यदि पड़ोस में कोई शक्तिशाली प्रसारण-यन्त्र या लम्बी तरंग का प्रेषित्र[6] कार्य कर रहा हो तो रेडियो-आवृत्तिमय क्षेत्रों से संकेत प्लेट का रक्षण कभी-कभी काफी कठिन हो जाता है। क्योंकि इस आवृत्ति-शृंखला के क्षेत्र में संकेत प्लेट तथा भूमि के मध्य अवबाधा अधिक होती है, क्योंकि वीडियो आवृत्तियाँ ४०,००,००० चक्र प्रति सेकण्ड तक विस्तृत होती हैं।

ऊपर वर्णन किये हुए की भाँति आइकोनोस्कोप के प्रयोग के पश्चात् इसके कुछ और भी रूप ऐसे हैं जिनका उल्लेख यहाँ करना आवश्यक प्रतीत होता है। इसकी दो दूसरी किस्में, जो उपर्युक्त वर्णित आइकोनोस्कोप के समान ही हैं, उपलब्ध हैं[8] जो इस बात पर निर्भर करती हैं कि किस कार्य के लिए इन्हें प्रयुक्त करना है। चलचित्र फिल्मों के पिक-अप में प्रयुक्त होने वाले आइकोनोस्कोप में केवल मोज़ेइक के ऊपर रजत-सुग्राही तल होता है। जब नलिका की दीवारें आलोक सुग्राही[9] होती हैं तो साधारणतया प्रयुक्त होने वाले चलचित्र प्रक्षेपण में शीघ्रता से परिवर्तन होने वाली प्रदीप्ति की तीव्रता के कारण उत्पन्न कृत्रिम[10] संकेतों को उक्त आइकोनोस्कोप से दूर किया जा सकता है। स्टूडियो के प्रयोग में, जहाँ प्रकाश की तीव्रता निरन्तर रहती है, एक भिन्न शर्त विद्यमान रहती है। इस दशा में दीवारों की आलोक-ग्राहिता का लाभदायक

1. Amplifier, 2. Overload, 3. Coils, 4. Shield, 5. Electrostatic-shields, 6. Long-wave transmitter, 7. Impedence, 8. **आर० बी० जेन्स तथा डब्ल्यू० एच० हिकोक** (R. B. Janes and W. H. Hickok) Recent Improvements in the Designs and Characteristics of the Iconoscope. *proc.* IRE, Vol. 27, No. 9, P. 535, सितम्बर, १९३९। 9. Silver sensitive, 10. Spurious.

उपयोग हो सकता है। 'पी० प्रकाश'[1] का 'बायस-प्रकाश',[2] जिसकी स्थिति ऐसी होती है कि वह केवल दीवारों (मोज़ेइक को नहीं) को प्रकाशित करती है, नलिका की सुग्राहिता तथा 'संकेत आउट पुट' को बढ़ा देता है। वोल्टता के आधार पर यह वृद्धि अनुमानतः २ : १ के अनुपात में होती है। इसकी व्याख्या इस प्रकार की जा सकती है कि यह प्रकाश दीवारों से फोटो उत्सर्जन[3] उत्पन्न करता है, जिससे द्वितीय एनोड पर मोज़ेइक से उत्सर्जित इलेक्ट्रानों को एकत्र करने के लिए एक अधिक लाभदायक क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इस प्रकार चलचित्र पिक-अप[4] तथा समक्ष पिक-अप[5] आइकोनोस्कोप होते हैं।

एक दूसरे प्रकार का आइकोनोस्कोप, जिसे ब्रिटिश लोग सुपरेमिट्रोन[6] कहते हैं, प्रामाणिक आइकोनोस्कोप से ६ से १० गुनी अधिक वोल्टता-सुग्राहिता देता है। अमेरिका में इसे 'प्रतिबिम्ब (इमेज) आइकोनोस्कोप[7] कहते हैं। इस आइकोनोस्कोप में प्रेषित किये जाने वाले दृश्य का एक इलेक्ट्रान प्रतिबिम्ब स्कैनिंग किये हुए मोज़ेइक तल पर प्रक्षेपित किया जाता है, जिससे इस आइकोनोस्कोप' की सुग्राहिता काफी अधिक हो जाती है। इस विधि से अधिक दक्षता वाले तथा अच्छे प्रकार के फोटो कैथोड प्रयुक्त किये जा सकते हैं तथा मोज़ेइक पर द्वैतीयक-उत्सर्जन की तीव्रता में भी वृद्धि हो जाती है। फोटो कैथोड को नली की दीवार के अति निकट रखते हैं तथा यह पारभासक होती है। एक पारदर्शक तल के ऊपर रजत के वाष्पन से इस फोटो कैथोड को बनाया जाता है। इसको आक्सीकृत करके, सीज़ियम[8] से उपचार करके अधिक रजत का वाष्पन करते हैं। एक प्रकाश-पद्धति[9] प्लेट में होकर प्रतिबिम्ब को कैथोड पर बनाती है, जिससे फोटो उत्सर्जन होता है। इस प्रकार बने हुए फ टो-इलेक्ट्रान प्रतिबिम्ब को स्थिर विद्युतीय[10] या विद्युत् चुम्बकीय[11] क्षेत्र की सहायता से एक मोज़ेइक तल पर फोकस करते हैं। यह तल प्रामाणिक आइकोनोस्कोप के मोज़ेइक तल की भाँति ही होता है। पश्चात् साधारण रीति से मोज़ेइक तल का स्कैनिंग किरण पुंज से किया जाता है। क्योंकि फोटो कैथोड नली की दीवारों के पास स्थित होती है, अतः कम फोकस अन्तर[12] के लेंसों का प्रयोग किया जाना चाहिए। इसका अभिप्राय

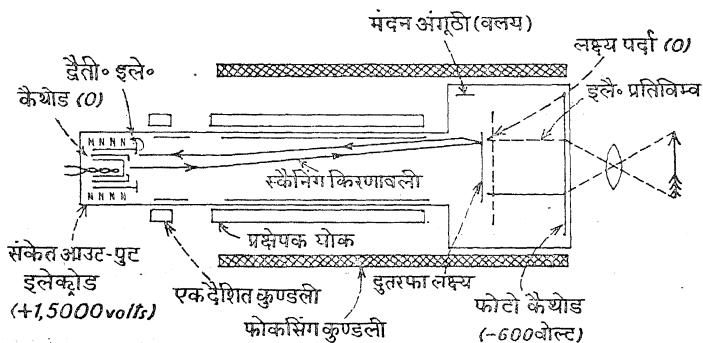
1. P-Light, 2. Bias-Light, 3. Photoemission, 4. Movie pick-up, 5. Direct pick-up, 6. Super-emitron, 7. १. **इआम्स, एच०, जी० ए० मार्टन तथा वी०के० ज्वौरकिन** [Iams, H., G.A. Morton and V.K. Zworyken] **प्रतिबिम्ब आइकोनोस्कोप,** *proc.* IRE, Vol., 27, No. 9, p. 541, **सितम्बर,** १९३९। 8. Cesium, 9. Optical system, 10. Electrostatic, 11. Electro-magnetic, 12. Focal length.

यह है कि लेंस की अभीष्ट *f* दर[1] के लिए लेंस के मुखव्यास[2] को कम किया जा सकता है। इससे फोकस की गहराई बढ़ जायगी तथा स्टूडियो चित्र भी परिष्कृत प्राप्त होगा।

२—५. ऑर्थीकोन (Orthicon)

एक दूसरे प्रकार का इलेक्ट्रानिक स्कैनर, जिसे ऑर्थीकोन कहते हैं, लगभग १९३९ में विकसित हुआ।[3]

इस ट्यूब की बनावट भी प्रामाणिक आइकोनोस्कोप की भाँति ही होती है। अन्तर केवल इतना है कि इसमें कैथोड-किरण पुंज का वेग १००० वोल्ट न होकर केवल २५ वोल्ट ही होता है। इस ट्यूब में निम्नलिखित गुण पाये जाते हैं। (१) कृत्रिम संकेत[4] के न्यून लेविल का होना। (२) उच्च सर्वाधिक संकेत आउट पुट। (३) प्रकाश को संकेत में परिवर्तन की क्षमता[5] अधिक। इस ट्यूब के विकास में आने वाली मुख्य कठिनाइयाँ ये थीं—(१) कम वेग वाली किरणावली को फोकस में रखना। (२) फोटो सुग्राही लक्ष्य[6] का विकृतिरहित स्कैनिंग करना। संक्षेप में इससे प्राप्त होने वाले फल उपरिलिखित की भाँति थे—(१) प्रयोगात्मक रूप से 'शेडिंग' का कोई प्रतिकरण[7] नहीं करना पड़ता। (२) प्रामाणिक आइकोनोस्कोप की आउट पुट की अपेक्षा कई गुनी अधिक आउट पुट प्राप्त होती है। (३) सैद्धान्तिक दक्षता १००% तथा मापी गयी दक्षता ७१% थी। इसकी तुलना में प्रामाणिक आइकोनोस्कोप के लिए इनके मान क्रमशः १०% तथा ५०% ही थे। सितम्बर, सन् १९३९ में ऑर्थीकोन को नियमित सेवा में प्रयुक्त किया गया। चलनशील इकाई से सम्बन्धित एक NBC कैमरे के साथ इसको बाह्य पिक-अप के लिए काम में लाया गया। ऑर्थीकोन के प्रयोग के वास्तविक अनुभव से ज्ञात हुआ कि इसमें एक इतना गम्भीर दोष था कि इसका प्रयोग ही त्याग देना पड़ा। किसी भी प्रकार का अत्यधिक प्रकाश, जैसे फोटोग्राफर के फ्लैश बल्ब का प्रकाश, मोजेइक तल को शक्तिहीन कर देता था तथा पुनरुत्पादित चित्र के ऊपर एक श्वेत क्षेत्र बन जाता था जो धीरे-धीरे सिकुड़कर विलीन हो जाता था, लेकिन १५ सेकण्ड से लेकर १ मिनट पहले नहीं।

1. *f*-rating, 2. Aperture, 3. Rose, A. and H. lams, Television pick-up tubes using Low-velocity Electron beam Scanning. *proc*, IRE, Vol. 27, No. 9, p. 547, September 1939. 4. Spurious signals, 5. Maximum, 6. Photo sensitive target, 7. Compensation.

आजकल आइकोनोस्कोप तथा ऑर्थीकोन का विभेदन[1] स्पॉट[2] के आकार के कारण सीमित है न कि मोजेइक तल के खुरदरेपन की कमी के कारण, क्योंकि ५२५ रेखाओं वाले चित्र के लिए भी उस क्षेत्र में सैकड़ों रजत-गोलियाँ होती हैं जहाँ कैथोड-किरण पुंज का स्पॉट आपतित होता है। आधुनिक ५२५ लाइन पद्धति की अपेक्षा अधिक उत्तम टेलीविजन-प्रणाली के लिए यदि यह एक सीमा उत्पन्न करे तो इलेक्ट्रान गन[3] में अधिक सूक्ष्म सुधार करके स्पॉट के आकार को और भी कम किया जा सकता है। आजकल अधिक उत्तमता में बाधा डालने वाले कारक (Factors) कमरे के बाहर होते हैं। इनमें से कतिपय आर्थिक कारक हैं-- (१) विस्तृत बैण्ड-चौड़ाई[4] वाले ग्राहकों[5] का बढ़ा हुआ मूल्य। (२) सार्वदेशिक उपयुक्त पद्धति के लिए उपयुक्त चौड़ाई वाले आवृत्ति बैण्ड की कमी। (३) अधिक शक्ति वाले विस्तृत बैण्ड-युक्त प्रेषकों[6] को उचित मूल्य में बनाने की असमर्थता तथा (४) रिले[7] के मूल्य के कारण विस्तृत आवृत्ति बैण्ड पर अविरल प्रोग्राम[8] प्रस्तुत करने में व्यय की वृद्धि।

२--६. प्रतिबिम्ब ऑर्थीकोन (The Image Orthicon)

अन्तिम इलेक्ट्रानिक स्कैनर जिसका वर्णन यहाँ किया जा रहा है, प्रतिबिम्ब ऑर्थीकोन है[9] जिसका विकास युद्ध-काल में हुआ। इस ट्यूब में कम वेग वाली इलेक्ट्रान किरणावली से स्कैनिंग, इलेक्ट्रान प्रतिबिम्ब तथा संकेत की बहुलता[10] है। यह पिक-अप ट्यूब दक्षता की सैद्धान्तिक सीमा के अति निकट पहुँचता है तथा साधारण तौर से आइकोनोस्कोप या ऑर्थीकोन से १०० से १००० गुना अधिक सुग्राही होता है। ५००-लाइन से कुछ अधिक के सीमित विभेदन[11] के साथ यह चित्रों का प्रेषण कर सकता है और यदि ठीक ढंग से निर्मित हो तो कृत्रिम संकेतों से अपेक्षाकृत अधिक मुक्त होता है। प्रकाश की कम प्रदीप्ति के लिए संकेत प्रकाश इन-पुट[12] के साथ रेखीय रूप[13] से बढ़ता है; प्रकाश की अधिक प्रदीप्ति के लिए संकेत की 'आउट पुट' बहुत कुछ प्रकाश 'इन-पुट' से स्वतन्त्र

1. Resolution, 2. Spot, 3. Electron gun, 4. Band-width, 5. Receivers, 6. Transmitters, 7. Relay, 8. Chain programs, 9. Rose, A., P. K. Weimer, and H. B. Law, The Image Orthicon—A Sensitive Television Pick-up Tube, *proc.* IRE, Vol. 34, No. 7, page 424, July, 1946. 10. Multiplication, 11. Resolution, 12. Input, 13. Linearly.

रहती है। ऑर्थीकोन के विपरीत यह ट्यूब प्रकाश के सब लेविलों के साथ पूर्ण रूप से स्थायी रहता है। संकेत आउट पुट काफी अधिक होती है जो इस ट्यूब को बहुत-से साधारण रूप से बड़े आवश्यक या अभिप्रायपूर्ण समझे जाने वाले पूर्व-प्रवर्धन लाक्षणिकों[1] की ओर असुग्राही[2] बना देती है। चित्र २–११ में इस ट्यूब की रचना प्रदर्शित की गयी है।

चित्र २–११. प्रतिबिम्ब ऑर्थीकोन कैमरा ट्यूब का कार्यप्रदर्शी चित्र।

प्रेषित किये जाने वाले दृश्य को अर्द्ध पारदर्शक फोटो कैथोड पर फोकस किया जाता है। प्रकाश की प्रदीप्ति के समानुपात में फोटो इलेक्ट्रानों का उत्सर्जन होता है। ये एक सम विद्युत्-क्षेत्र से लक्ष्य की ओर त्वरित होते हैं तथा अक्ष के समानान्तर कार्य करने वाले एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र से लक्ष्य पर फोकस कर दिये जाते हैं। इन फोटो इलेक्ट्रानों का मार्ग अक्ष के समानान्तर सरल रेखाओं में होता है, इससे इकाई आवर्धन[3] का इलेक्ट्रान प्रतिबिम्ब बन जाता है।

फोटो इलेक्ट्रान लगभग ३०० वोल्ट पर लक्ष्य से टकराते हैं। इस वोल्टता पर द्वैतीयक उत्सर्जन अनुपात इकाई से अधिक होता है। आपतित प्राथमिक इलेक्ट्रानों की संख्या से अधिक संख्या में द्वैतीयक इलेक्ट्रानों का उत्सर्जन होने के कारण लक्ष्य के ऊपर धन आवेशयुक्त आकार[4] बन जाता है, जिसमें अधिक प्रकाशित[5] क्षेत्र अधिक धन आवेश से सम्बन्धित होते हैं। द्वैतीयक इलेक्ट्रान सूक्ष्म जाली वाले लक्ष्य के परदे से एकत्र कर लिये जाते हैं।

1. Pre-amplification characteristic, 2. Insensitive, 3. Unit Magnification, 4. Pattern, 5. Highlight.

जिस समय लक्ष्य के एक ओर उपर्युक्त आवेश आकार[1] बनता होता है उसी समय एक इलेक्ट्रान किरणावली लक्ष्य के दूसरी ओर के तल का स्कैनिंग करती है। यह स्कैनिंग किरणावली आर्थीकोन में वर्णन किये हुए की भाँति कम वेग वाली होती है। यह शून्य वोल्टता पर 'इलेक्ट्रान गन' इलेक्ट्रान उत्सर्जक कैथोड से प्रारम्भ होती है तथा इलेक्ट्रान गन द्वारा लगभग १०० वोल्ट तक त्वरित हो जाती है। 'गन' से लेकर लक्ष्य तक यह किरणावली फोकस करने वाले लगभग समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में रहती है। जैसे यह किरणावली लक्ष्य पर पहुँचती है, इसके इलेक्ट्रानों का अवत्वरण[2] होकर शून्य वोल्ट पर पहुँच जाता है। यदि लक्ष्य पर कोई भी धन आवेश न हो तो ये सब इलेक्ट्रान परावर्तित हो जाते हैं तथा अपने प्रारम्भिक मार्ग के सहारे इलेक्ट्रान गन की ओर वापस चलने लगते हैं। यदि लक्ष्य के ऊपर धन आवेश युक्त आकार[3] हो तो इस किरणावली के काफी इलेक्ट्रान धन आवेश को उदासीन[4] करने के लिए लक्ष्य पर जम जाते हैं। इस प्रकार आवेश आकार[5] से आयाम-अविमिश्रित[6] एक इलेक्ट्रान किरणावली इलेक्ट्रान गन की ओर प्रारम्भ हो जाती है।

वापस आने वाली किरणावली वास्तव में 'गन' के मुखव्यास के उसी स्थान पर आती है जहाँ से वह चली थी। निम्न अवस्थाओं के अन्दर इलेक्ट्रान किरणावली चुम्बकीय क्षेत्र की रेखाओं का भली प्रकार अनुसरण करेगी—(१) किरणावली प्रारम्भ में चुम्बकीय रेखाओं की दिशा में प्रेषित की जाय। (२) किरणावली का वोल्ट में वेग चुम्बकीय क्षेत्र की गौस[7] में तीव्रता से काफी अधिक न हो। (३) चुम्बकीय क्षेत्र की अनुप्रस्थ[8] दिशा में विद्युतीय क्षेत्र कम या शून्य हो। (४) चुम्बकीय रेखाएँ तीक्ष्णता से न मुड़ती हों। प्रतिबिम्ब आर्थीकोन में इन शर्तों का अनुमानतः पालन होता है। किरणावली का वोल्ट में वेग तथा चुम्बकीय क्षेत्र की गौस में तीव्रता प्रत्येक १०० के पास होती है। केवल मुख्य विद्युत् क्षेत्र लक्ष्य के पास तथा चुम्बकीय क्षेत्र के समानान्तर होता है। विक्षेप कुण्डलियों[9] के अनुप्रस्थ क्षेत्रों से चुम्बकीय क्षेत्र में उत्पन्न मोड़[10] भली प्रकार शुण्डाकार कर दिये जाते हैं।

वापस आने वाली किरणावली तदनुसार द्वारक[11] के चारों ओर वाले क्षेत्र में गन से टकराती है। यह क्षेत्रफल द्वारक की चकत्ती के क्षेत्रफल से कम, लेकिन स्वयं द्वारक के क्षेत्रफल से अधिक होता है। यह किरणावली इस तल पर लगभग २०० वोल्ट

1. Charge pattern, 2. Deceleration, 3. Pattern, 4. Neutralize, 5. Charge pattern, 6. Amplitude modulated, 7. Gauss, 8. Transverse, 9. Deflecting coils, 10. Bends, 11. Aperture.

पर टकराती है तथा आपतित प्राथमिक इलेक्ट्रानों की अपेक्षा अधिक संख्या में द्वैतीयक इलेक्ट्रान उत्पन्न करती है। संक्षेप में द्वारक की चकत्ती इलेक्ट्रान गुणक[1] की पहली शृंखला भी है। बाद में आने वाली शृंखलाएँ प्रथम शृंखला के पीछे समर्मित रूप से स्थित होती हैं। इसी बीच द्वैतीयक इलेक्ट्रानों को उचित विद्युतीय क्षेत्रों द्वारा प्रथम स्टेज से बाद में आने वाले अन्य स्टेजों में खींच लिया जाता है। इलेक्ट्रान गुणक के उपयोगी लाभ को शून्य करने के लिए स्टेजों की संख्या अधिक होना आवश्यक नहीं। अपने वर्तमान रूप में प्रतिविम्ब आर्थीकोन[2] में इलेक्ट्रान गुणन[3] के पाँच स्टेजों को उपयोग में लाया जाता है।

अन्तिम स्टेज के गुणक से प्राप्त विद्युत्-धारा को विस्तृत-बैण्ड टेलीविज़न प्रवर्धक को साधारण रीति से दिया जाता है। क्योंकि यह धारा पहले से ही एक उच्च लेविल पर होती है। अतः प्रवर्धक का अभीष्ट लाभ आइकोनोस्कोप या आर्थीकोन की तुलना में कम होता है।

२–६.१. द्वितलीय लक्ष्य (The Two-sided Target)

प्रतिबिम्ब आर्थीकोन में द्वितलीय लक्ष्य विशेष रूप से ध्यान देने योग्य है, क्योंकि इसकी बनावट में अत्यन्त निपुणता से काम लिया गया है। यह बात बहुत पहले से मान्य है कि आइकोनोस्कोप के एक तल वाले लक्ष्य की अपेक्षा इस द्वितलीय लक्ष्य में निश्चित रूप से अधिक लाभ होंगे। आविष्ट तथा अनाविष्ट क्रिया के एक दूसरे से पृथक् हो जाने के कारण आलोकग्राही पद्धति तथा तदनुकूल विद्युतीय क्षेत्र को बिना पारस्परिक बाधा के नलिका में प्रयुक्त किया जा सकता है। द्वितलीय लक्ष्य दोनों तलों के बीच चालक होना चाहिए तथा किसी भी तल के सहारे चालक नहीं होना चाहिए। इसके समीप एक चालक अवयव भी होना चाहिए जो पृथक् प्रतिबिम्ब अवयवों के लिए उभयनिष्ठ धारिता का कार्य कर सके।

आर्थीकोन का द्वितलीय लक्ष्य अत्यन्त साधारण उच्च कोटि की समरूपता युक्त है। यह कम प्रतिरोध वाली काँच की एक पतली प्लेट है। प्रतिरोध कम इसलिए लिया जाता है जिससे आमने-सामने के तलों पर एकत्र आवेश चालन से फ्रेम समय (१/३० सेकण्ड) में ही निष्फल हो जाय। इसको पतला इसलिए लिया जाता है कि यह आवेश पार्श्विक रूप से फैलकर आवेश प्रतिमा[4] के विभेदन[5] को कम न कर दे।

1. Multiplier, 2. Orthicon, 3. Electron multiplication, 4. Charge pattern, 5. Resolution.

इसकी मोटाई प्रकाश के ५ से १० तरंग-दैर्घ्यों के बराबर (०·०००१ से ०·०००२ इंच) सन्तोषजनक मानी गयी है।

काँच की इस पतली प्लेट को तनाव की अवस्था में धातु की बनी हुई छल्ली में मढ़ लेते हैं। जालीनुमा[1] परदे को काँच की चकत्ती की फोटो-कैथोड वाली तरफ लगभग ०·००२ इंच की दूरी पर लगा लेते हैं। क्योंकि जाली के तार काँच की प्लेट पर छाया डालते हैं। अतः अत्यन्त बारीक जाली लेने से ही स्वीकृत किया जा सकने वाला प्रतिबिम्ब बन सकता है। इस प्रकार के परदे को बनाने की युक्ति का विकास करने की आवश्यकता थी। अन्त में ऐसी ग्रेटिंग[2] बनायी जा सकी जिसमें एक इंच में ५०० से १००० लाइनें थीं तथा जिनमें ५० से ७५ प्रतिशत भाग खुला क्षेत्र था। इसके बनाने में प्राप्त यथार्थता प्रकाश ग्रेटिंग[3] के समान थी। जैसा पहले उल्लेख किया जा चुका है, परदे का उपयोग द्वितलीय लक्ष्य के प्रतिबिम्ब वाले तल से द्वैतीयक इलेक्ट्रानों को एकत्र करना है जिससे उसके दूसरे तल पर अपेक्षया अधिक घनाविष्ट विभव-प्रतिमा[4] रह जाती है।

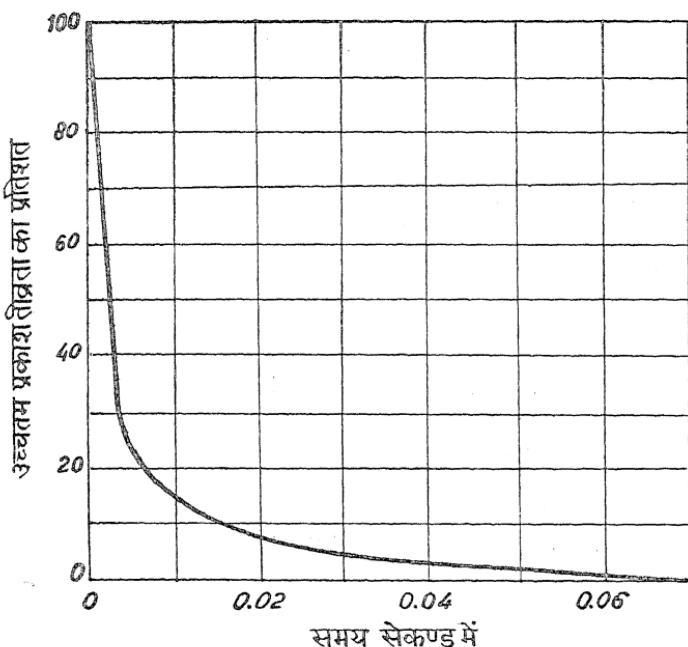
२–६.२. इलेक्ट्रान गुणक (Electron multiplier)

अनेक प्रकाश विद्युतीय पद्धतियों में इलेक्ट्रान गुणक को सफलतापूर्वक प्रयुक्त किया गया है। संक्षेप में इसमें द्वैतीयक उत्सर्जन प्रवर्धन[5] के अनेक पद[6] होते हैं। प्रत्येक पद में कुछ कम संख्या में प्राथमिक इलेक्ट्रान अधिक वेग से लक्ष्य से टकराते हैं तथा अपने से अधिक संख्या में द्वैतीयक इलेक्ट्रानों को मुक्त करते हैं। इन द्वैतीयक इलेक्ट्रानों को दूसरे पद के लक्ष्य पर आपतित करते हैं जहाँ इस प्रकार की क्रिया की पुनरावृत्ति होती है, इत्यादि, जब तक कि उपयुक्त मात्रा में धारा उत्पन्न नहीं हो जाती है।

प्रतिबिम्ब आर्थीकोन में 'पिन-चक्र'[7] की तरह का गुणक प्रयुक्त किया जाता है। दक्षता ८०% से ९०% के क्रम की होती है अर्थात् किसी पद के लक्ष्य से मुक्त द्वैतीयक इलेक्ट्रानों का ८०% से ९०% भाग प्रारम्भिक प्लेट से आकृष्ट होने के बजाय अग्रिम पद के लक्ष्य से टकराता है। पंच-पद[8] गुणक के प्रयोग से २०० से ५०० तक का कुल लाभ बड़ी आसानी से प्राप्त हो जाता है।

1. Gauzelike, 2. Grating, 3. Optical grating, 4. Potential Pattern, 5. Secondary emission amplification, 6. Stage, 7. Pin-wheel, 8. Five stage.

२—६.३. कार्यदक्षता (Performance)

प्रतिबिम्ब आर्थीकोन का कुल विभेदन[1] ५०० लाइन प्रति इंच विभेदन के लिए पर्याप्त है, जिसका अर्थ किसी टेलीविज़न चित्र के लिए ४०० के लगभग लाइनों का होता है। हालाँकि यह विभेदन-क्षमता आइकोनोस्कोप की विभेदन-क्षमता से कम है, प्रतिबिम्ब आर्थीकोन से प्राप्त अन्य लाभों के कारण इसका उपयोग 'पिक-अप' के लगभग प्रत्येक क्षेत्र में, जिसमें स्टूडियो-कार्य भी शामिल है, किया जाता है।

प्रतिबिम्ब आर्थीकोन की सबसे अधिक मूल्यवान् तथा आश्चर्यजनक देन इसकी अधिक सुग्राहिता है। उदाहरण के लिए, एक ३५ मि० मी० कैमरा की, जिसमें सुपर XX[2] फिल्म तथा f/2 लैंस लगा था, तुलना एक प्रतिबिम्ब आर्थीकोन से की गयी, उसमें भी f/2 लेंस लगा था। दोनों पद्धतियों के लिए अनावरण[3] समय १/३० सेकण्ड रखा गया। २ फुट लैम्बर्ट[4] की प्रदीप्ति की तीव्रता से प्रारम्भ करके दोनों युक्तियों से चित्र प्राप्त किये गये। ०·२ फुट लैम्बर्ट की प्रदीप्ति से, केवल टेलीविज़न कैमरा से पुनरुत्पादित चित्र उपस्थित था। ०·०२ फुट लैम्बर्ट प्रदीप्ति पर भी कैमरा द्वारा चित्र प्रेषित किया जा रहा था, हालाँकि कोलाहल संकेत के बराबर ही था। [०·०२ फुट लैम्बर्ट प्रदीप्ति उस सफेद तल की तीव्रता के बराबर होती है जो पूर्ण चन्द्रमा की चाँदनी से प्रकाशित हो।]

२—७. ग्राहक चित्र नलिका (Receiver Picture Tube)

ग्राहक स्टेशन पर प्रेषित चित्र के पुनरुत्पादन के लिए इलेक्ट्रानिक पद्धतियों ने घूमती हुई चकत्ती तथा नियान लैम्प की पुरानी विधि को विस्थापित करना लगभग उस समय से प्रारम्भ किया जब कि आइकोनोस्कोप का विकास उस सीमा तक हो चुका था कि इसने प्रेषक स्टेशन पर स्कैनिंग चकत्ती को विस्थापित कर दिया था। इलेक्ट्रानिक पद्धति, जिसका प्रयोग लगभग विश्वव्यापी-सा ही है, कैथोड-किरण दोलन लेखी[5] को उपयोग में लाती है। टेलीविज़न की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए इसमें उचित सुधार कर लिया जाता है। इस नलिका में दोलन-लेखी के सम्पूर्ण प्रमाणभूत अवयव विद्यमान होते हैं। आधार की ओर से प्रारम्भ करके इसमें अप्रत्यक्ष रूप से गर्म होने वाला कैथोड उत्सर्जक होता है। तत्पश्चात् एक विशेष बनावट की गन होती है जो किरणावली का निर्माण करती है। इसमें एक ग्रिड होती है जो किरणावली की धारा को नियन्त्रित करती है, जिससे प्रतिदीप्त परदे पर प्रकाश स्पाट की प्रदीप्ति

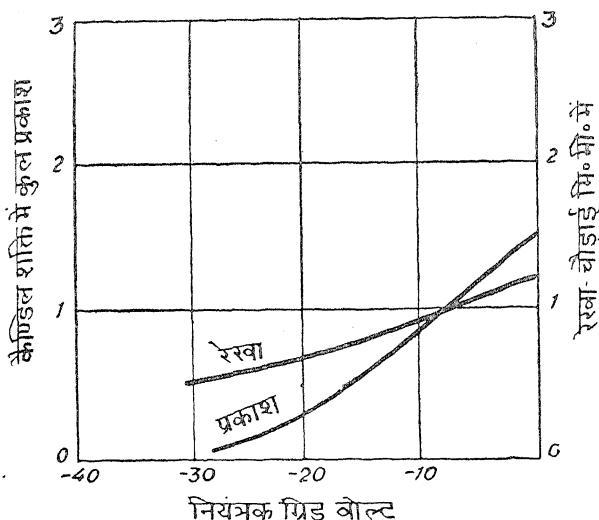
1. Over all Resolution, 2. Super XX, 3. Exposure, 4. 2 ft. lamberts, 5. Oscillograph.

की तीव्रता नियन्त्रित होती है। इस गन के पश्चात् स्थिर विद्युतीय रीति से फोकस की हुई नलिका में फोकस करने वाली बेलनाकार नलिका होती है (जैसी कि प्रक्षेपण वाली नलिका में होती है); दूसरे प्रकार की पद्धति में वाह्य चुम्बकीय फोकसिंग हो सकती है। इस फोकसिंग पद्धति के पश्चात् किरणावली को विक्षेपित करने की पद्धति होती है, जिसमें या तो स्थिर विद्युतीय विक्षेपक पद्धति की भाँति वाले ट्यूब में आन्तरिक विक्षेपक प्लेटें हो सकती हैं या वाह्य चुम्बकीय कुण्डलियाँ, जिन्हें योक[3] कहते हैं, हो सकती हैं। द्वितीय एनोड किरणावली के इलेक्ट्रानों को अन्तिम त्वरण प्रदान करती है। यह

चित्र २–१२. टेलीविजन की ग्राहक चित्र नलिका के उपयुक्त मध्यमान श्रेणी के निर्बन्ध फास्फोर की अनुदीप्ति[1] का क्षय लक्षण वक्र[2]।

इलेक्ट्रान किरणावली ट्यूब के चौड़ाई वाले सिरे पर टकराती है जिस पर प्रतिदीप्तक पदार्थ, जैसे फास्फोर[4] लगा होता है। वह इस परदे पर प्रतिदीप्ति तथा वहुत थोड़ी सी स्फुरदीप्ति[5] उत्पन्न करती है। फास्फोर केवल उस समय तक के लिए प्रतिदीप्ति

1. Afterglow, 2. Decay Characteristic, 3. Yoke, 4. Phosphor, 5. Phosphorescence.

देता है जब तक कि कैथोड-किरणें परदे पर आपतित होती हैं और कैथोड-किरण उद्दीपन[1] के हट जाने के थोड़ी देर पश्चात् तक वह स्फुरदीप्ति उत्पन्न करता रहता है।

टेलीविजन नलिका के प्रयोग के लिए सन्तोषजनक हो सकने के लिए फास्फोर में कुछ विशेषताएँ होनी चाहिए। सर्वप्रथम तो आपतित प्रकाश का रंग आवश्यक रूप से श्वेत होना चाहिए। अश्वेत रंग, जैसे गुलाबी, काला-भूरा[2] या हरा नहीं होना चाहिए। नीले रंग की प्रवृत्ति कभी-कभी इच्छित समझी जाती है, क्योंकि उदाहरण के लिए नीला-श्वेत लाल-श्वेत की अपेक्षा अधिक ताप का द्योतक होता है। इसके अतिरिक्त एक पूर्ण चित्र की स्कैनिंग के लिए आवश्यक समय से अधिक समय तक के लिए फास्फोर में स्फुरदीप्ति नहीं होनी चाहिए। एफ० सी० सी० (FCC) प्रमाण[3] के अनुसार यह समय ३० सेकण्ड होता है। मध्यमान श्रेणी के निर्बन्ध[4] फास्फोर का निर्बन्ध-वक्र[5] चित्र २–१२ में प्रदर्शित किया गया है।

जब ग्रिड-नियन्त्रक वोल्टता स्थिर रहती है तो चार इकाई चौड़े तथा तीन इकाई ऊँचे आयताकार रूप में परदा समान रूप से प्रदीप्त रहता है। ४ : ३ के अनुपात को आकृति अनुपात[6] कहते हैं। यह एफ० सी० सी० (FCC) प्रमाण के अनुरूप होता है। इस अनुपात को आजकल के ध्वनियुक्त चलचित्रों के प्रामाणिक आकार ३५ मि० मी० वाली फिल्मों के आकृति अनुपात के अनुरूप रखने के लिए ही ग्रहण किया गया था।

अब यदि नार्मल बायस[7] के ऊपर वीडियो संकेत के अधिष्ठापन[8] से ग्रिड नियन्त्रक वोल्टता को परिवर्तित होने दिया जाय तो उदासीन पृष्ठभूमि क्षणिक धनात्मक ग्रिड वोल्टता के लिए चमकीली तथा क्षणिक ऋणात्मक ग्रिड वोल्टता के लिए अन्धकारमय-जैसी हो जायगी। जब विक्षेपक वोल्टता प्रेषक कैमरा की विक्षेपक वोल्टता के तुल्य कालिक तथा एक सी कला में हो जाती है तो प्रारम्भिक चित्र का बिलकुल ठीक-ठीक पुनरुत्पादन होता है। यह देखा गया है कि ग्राहक के कैथोड-किरण ट्यूब में कुछ विशेषताएँ होनी चाहिए जो कि दोलन-लेखी[9] कार्यों में प्रयुक्त होने वाले साधारण कैथोड-किरण ट्यूबों में आवश्यक नहीं होतीं। सर्वप्रथम स्पाट का आकार व्यास में भली प्रकार से समान रूप[10] रहना चाहिए, इसे ग्रिड नियन्त्रक वोल्टता के ऊपर निर्भर नहीं रहने देना चाहिए। प्रत्येक प्रदीप्ति की

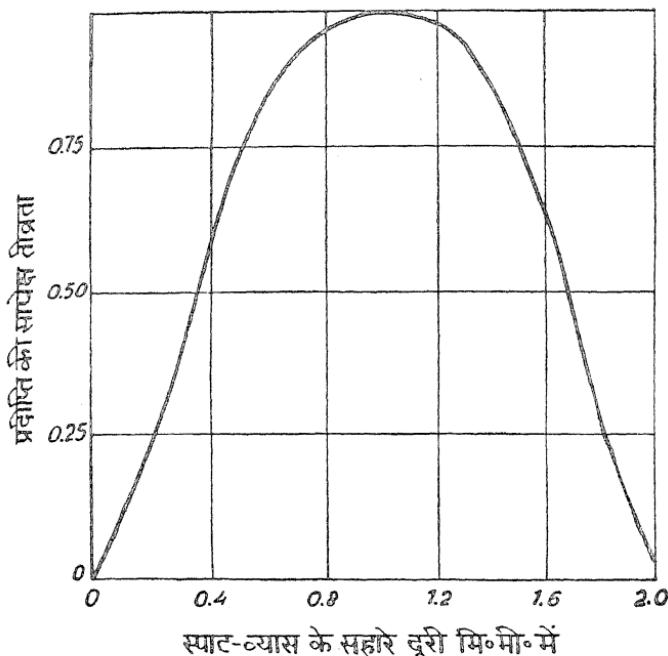
1. Excitation, 2. Sepia, 3. Standard, 4. Persistance, 5. Persistance Curve, 6. Aspect Ratio, 7. Normal Bias, 8. Superimposition, 9. Oscillographic, 10. Uniform.

तीव्रता के लिए तत्त्व आकार[1] को एक सा रखने के लिए इस विशेषता की आवश्यकता होती है। एक प्रयोगात्मक टेलीविज़न की कैथोड-किरण नलिका में ग्रिड-नियन्त्रक वोल्टता के साथ रेखा की चौड़ाई किस प्रकार परिवर्तित होती है, इसे चित्र २-१३ की वक्र रेखा प्रदर्शित करती है।[2]

चित्र २–१३. कैथोड-किरण नलिका के स्पॉट का आकार तथा प्रकाश की आउट पुट[3] ग्रिड नियन्त्रण वोल्टता के रूप में।

दूसरी विशेषता यह होनी चाहिए कि स्पाट का आकार एक ही रहना चाहिए, चाहे परदे पर इसकी स्थिति कहीं भी हो। एक समान रूप से उपयुक्त चित्र की प्राप्ति के लिए इस बात की आवश्यकता है कि सम्पूर्ण चित्र तत्त्व एक ही आकार के हों। गन की सावधानी से बनावट करके तथा चुम्बकीय-विक्षेपक युक्तियों का उपयोग करके उक्त दोनों विशेषताएँ प्राप्त की जा सकती हैं। स्थिर विद्युतीय विक्षेपक युक्तियाँ चुम्बकीय विक्षेपक युक्तियों की अपेक्षा फोकसिंग को बिगाड़ने की अधिक प्रवृत्ति लिये रहती हैं। टेलीविज़न ट्यूब की तीसरी विशेषता यह है कि स्पाट का आकार व्यास में एक रेखा की चौड़ाई[4] के लगभग बराबर होना चाहिए। चित्र की अस्पष्टता दूर

1. Element size, 2. **टेलीविज़न** (RCA **इन्स्टीट्यूट टैक्निकल प्रेस**) Vol. I, p. 345 **जुलाई, १९३६।** 3. Output, 4. Line width.

करने के लिए यह आवश्यक शर्त है, क्योंकि यदि इसका आकार बहुत अधिक है तो पुनरुत्पादित रेखाओं के एक दूसरी पर गिरने के कारण चित्र में अस्पष्टता आ जायगी और यदि स्पाट का आकार बहुत छोटा होगा तो विभिन्न रेखाएँ अलग-अलग दिखाई देंगी और उनके बीच काले स्थान दिखाई देंगे।

गन[1] की बनावट का प्रश्न पुनः आता है जिसमें लेंस पद्धति की बनावट में विशेष रूप से सावधानी बरतनी चाहिए तथा द्वितीय एनोड की त्वरण प्रदान करने वाली वोल्टता की उचित मात्रा का ट्यूब की बनावट में ध्यान रखना चाहिए। यह भली प्रकार विदित है कि द्वितीय-एनोड की वोल्टता के बढ़ने से स्पाट का आकार घटता है। इस सम्बन्ध में एक और आवश्यक विशेषता यह है कि स्पाट स्पष्टतया अंकित होना चाहिए। आदर्श स्पाट वह होगा जिसमें केन्द्र से परिधि तक प्रदीप्ति की तीव्रता समान हो तथा परिधि पर जाते ही एकदम शून्य के बराबर हो जाय। चित्र २–१४ में प्रदीप्ति की तीव्रता में वास्तव में होने वाला परिवर्तन प्रदर्शित किया गया है।[2]

इस ट्यूब की एक और आवश्यकता यह है कि प्रदीप्ति की तीव्रता लहर-वोल्टता[3] पर निर्भर नहीं रहनी चाहिए, नहीं तो काले पट्ट[4] चित्र में दिखाई देने लगेंगे। इस आवश्यकता की पूर्ति करने के लिए इस बात का निश्चय कर लेना चाहिए कि हीटर[5] की प्रत्यावर्ती[6] वोल्टता कैथोड उत्सर्जन को प्रत्यावर्ती वोल्टता की तुल्य कालीनता को प्रभावित न करे, तथा कैथोड-प्रवाह को विद्युत्-चुम्बकीय या स्थिर विद्युतीय ढंग से नियन्त्रित न करे। नियन्त्रक ग्रिड बायस[7] को दी जाने वाली वोल्टता, त्वरण उत्पन्न करने वाली एनोड, फोकस करने वाला वेलन (या विद्युत्-चुम्बक), मुख्य एनोड इत्यादि उचित रूप से फिल्टर होने चाहिए जिससे तीव्रता-अधिमिश्रित[8] कैथोड-किरणावली रोकी जा सके। ट्यूब की अन्तिम आवश्यकता यह है कि स्पाट की प्रदीप्ति नियन्त्रक ग्रिड वोल्टता के साथ रेखीय रूप से परिवर्तित होनी चाहिए जिससे चित्र में उचित रूप से भेद-स्पष्टता[9] आ जाय। लाक्षणिक[10] के अधिक वक्र होने से प्रदीप्ति के एक सिरे, साधारणतया उच्च तीव्रता वाले सिरे पर अत्यधिक भेद-स्पष्टता वाला चित्र प्राप्त होता है।

इस प्रकार के चित्र में काले स्थान धुल जायँगे तथा छाया में विवरण अत्यन्त अल्प होगा। पुनः गन की बनावट के ऊपर ही यह प्रश्न आ जाता है कि अधिक से अधिक

1. Gun, 2. टेलीविज़न (RCA इन्स्टीट्यूट टेक्निकल प्रेस), Vol. I, p. 155 जुलाई, १९३६। 3. Ripple voltage, 4. Bands, 5. Heater, 6. A. C., 7. Bias, 8. Intensity modulated, 9. Contrast, 10. Characteristic.

रेखीय सम्बन्ध प्राप्त हो सके। नियन्त्रक-ग्रिड वोल्टता के साथ प्रकाश की तीव्रता के परिवर्तन का प्रदर्शन चित्र २–१३ में किया गया है। यह वक्र बिलकुल रेखीय नहीं बल्कि किसी घात नियम[1] के अनुसार है जैसा कि डायोड[2] की प्लेट धारा तथा प्लेट

चित्र २–१४. एक ही स्पॉट की प्रदीप्ति की सापेक्ष तीव्रता तथा स्पॉट के व्यास के सहारे दूरी में सम्बन्ध। आदर्श स्पॉट में आयताकार वितरण होगा अर्थात् एक सिरे से दूसरे सिरे तक किसी भी बिन्दु पर प्रदीप्ति एक-सी रहेगी।

वोल्टता के बीच होता है। यह अनुमानतः ३/२ घात के निम्न सम्बन्ध के रूप का होता है —

$$i_p = k e_p{}^{3/2} \qquad (२ – ५)$$

यहाँ k = एक नियतांक[3]

प्रदीप्ति की तीव्रता धारा के समानुपाती होती है। इसका पता इनके बीच सम्बन्ध[4] व्यक्त करने वाले निम्न समीकरण के अध्ययन करने से चलता है—

1. Power law, 2. Diode, 3. Constant, 4. **टेलीविज़न** (RCA **इन्स्टीट्यूट टेक्निकल प्रेस**), Vol. II, p. 309, **अक्तूबर, १९३७।**

$$P = AI\ (V - Vo) \qquad (२-६)$$

जहाँ कि

P=कैण्डिल शक्ति

A=नियतांक (परदे के पदार्थ के लिए)

I=किरणावली धारा[1]

V=द्वितीय एनोड तथा कैथोड के बीच लगायी हुई वोल्टता

Vo=न्यूनतम उद्दीपक वोल्टता जो परदे को चमक दे सके।

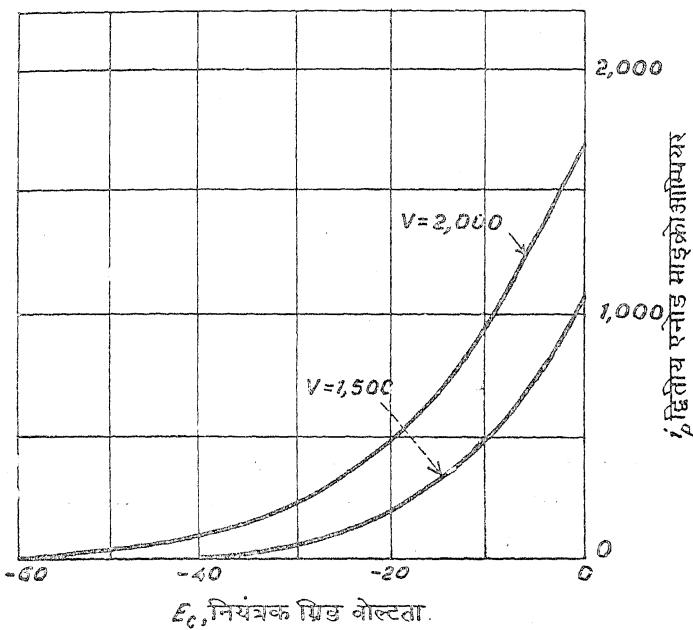
समीकरण (२–६) में I के स्थान पर समीकरण (२–५) को रखने पर

$$P = kAe_p{}^{3/2}\ (V - Vo) \qquad (२-७)$$

यह बात ध्यान देने योग्य है कि तीन इलेक्ट्रोड वाले ट्यूब में डायोड वोल्टता e_p के स्थान पर नियन्त्रक-ग्रिड तथा प्लेट वोल्टता का उचित मेल प्रयुक्त करना चाहिए। यह निम्नलिखित सम्बन्ध से प्रदर्शित होता है :—

$$e_p = \frac{v}{\mu} + E_c \qquad (२-८)$$

जहाँ कि E_c= शून्य से नापी गयी नियन्त्रक-ग्रिड बायस

μ=तुल्य प्रवर्धन गुणक[2] समीकरण (२–७) में e_p के स्थान पर समीकरण (२–८) के रखने पर —

$$P = kA\left(\frac{V}{\mu} + E_c\right)^{3/2}\ (V - V_0) \qquad (२-९)$$

चित्र २–१५ में 3 BPI—A किस्म के कैथोड-किरण ट्यूब के लिए लाक्षणिक वक्र प्रदर्शित किये गये हैं। यह i_p द्वितीय एनोड को धारा तथा E_c, नियन्त्रक ग्रिड वोल्टता में दो विशेष द्वितीय एनोड वोल्टताओं (१,५०० तथा २,००० वोल्ट) के लिए सम्बन्ध प्रदर्शित करता है।

चार इलेक्ट्रोड वाले ट्यूब में द्वितीय एनोड धारा द्वितीय एनोड वोल्टता के लगभग निराश्रित[3] होती है। लेकिन यह मुख्य रूप से नियन्त्रक-ग्रिड तथा प्रथम-एनोड की वोल्टता पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, यदि प्रथम

1. Beam current, 2. Equivalent amplification factor, 3. Independent.

एनोड वोल्टता को २५० वोल्ट पर स्थिर रखा जाय तो ४,००० वोल्ट से ८,००० वोल्ट के विस्तार में 7 BP 7 – A चार इलेक्ट्रोड कैथोड-किरण ट्यूब की द्वितीय एनोड धारा किसी भी वोल्टता के लिए उसी वक्र का अनुगमन करती है। तब वक्र प्रयोगात्मक रूप से चित्र २–१५ के $V=1,500$ वक्र के समान होता है, जिसमें

चित्र २–१५. कैथोड-किरण ट्यूब में द्वितीय-एनोड धारा तथा नियन्त्रक-ग्रिड वोल्टता का सम्बन्ध। गन ट्रायोड किस्म की है क्योंकि द्वितीय-एनोड धारा द्वितीय-एनोड वोल्टता तथा नियन्त्रक-ग्रिड वोल्टता दोनों पर निर्भर करती दिखायी गयी है। चार-इलैक्ट्रोड किस्म के कैथोड-किरण ट्यूब में द्वितीय-एनोड धारा द्वितीय-एनोड वोल्टता से केवल जरा-सी ही प्रभावित होती है जब तक यह वोल्टता प्रथम एनोड वोल्टता से पर्याप्त आधिक्य में हो।

एनोड धारा $E_c = -40$ पर लुप्त[1] हो जाती है तथा जिसमें $E_c = 0$ के लिए एनोड धारा 1,000 μa (माइक्रो आम्पीयर) से जरा-सी अधिक है।

चित्र २–१५ के निरीक्षण से पता चलता है—

1. Cut off.

जहाँ $E_c = -60$ तथा $V = 2{,}000$ है वहाँ $i_p = 0$ है

अत: समीकरण (२–८) से

$$0 = \frac{2{,}000}{\mu} - 60$$

या $$\mu = \frac{2{,}000}{60} = 33 \cdot 3 \qquad (२ - १०)$$

अतएव 3 BP 1 – A ट्यूब का 'कट आफ'[१] के निकट प्रवर्धन गुणांक[२] ३३·३ है। μ का यह मान केवल 'कट आफ' के लिए ही लागू होता है। प्रवर्धन गुणांक प्लेट धारा के साथ बढ़ता है जैसा कि ट्रायोड प्रवर्धक ट्यूब में होता है।

तीन के आधे घातांक के वक्र सरल रेखा से इतने भिन्न नहीं हैं कि कोई गम्भीर विकृति[३] उत्पन्न कर सकें, विशेषतया जब कि कार्य करने का बिन्दु प्लेट धारा के शून्य वाले भाग के समीप नहीं है और जब कि इसका उपयोग टेलीविज़न-कार्य के लिए सन्तोषजनक पाया गया है।

जब ट्यूब को टेलीविज़न के ग्राही (रिसीवर) में रखा जाय तो उसे ऐसी स्थिति में रखना चाहिए तथा दर्शक की इस प्रकार सुरक्षा रखनी चाहिए कि यदि एकाएक किसी दुर्घटना से ट्यूब टूट भी जाय तो ग्राहक (ग्राही) के उपयोग करने वाले को किसी प्रकार की हानि न पहुँचे। परदे की ओर वाले सिरे पर ट्यूब दाब काफी अधिक हो सकता है क्योंकि यह दाब प्रति वर्ग इंच १५ पौण्ड या एक वायुमण्डलीय दाब के बराबर होता है। इस प्रकार १२ इंच ट्यूब में, जिसके परिच्छेद का क्षेत्रफल $\pi r^2 = \pi ६^2 = ११३$ वर्ग इंच हुआ, यह दाब $११३ \times १५ = १,७००$ पौण्ड या लगभग १ टन होगा। इन ट्यूबों को ग्राहक में रखने वाली प्रचलित प्रथा यह है कि ट्यब के तल के सामने न टूटने वाले (Shatter proof) काँच का परदा लगा देते हैं।

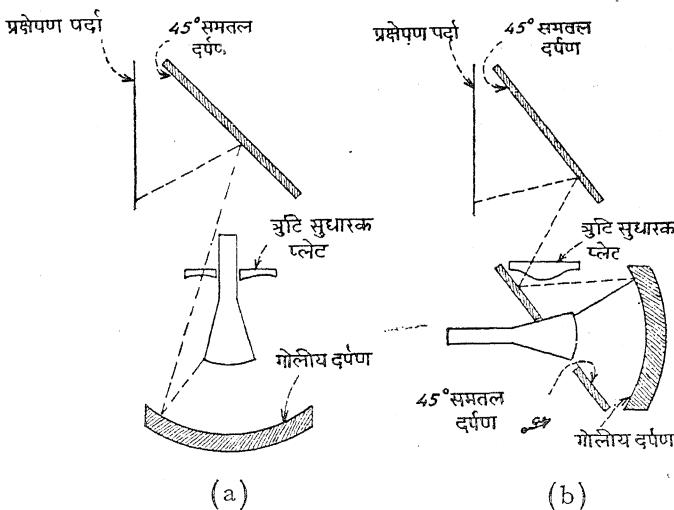
२–८. प्रक्षेपण ट्यूब (Projection Tube)

१२ × १६ इंच तक के आकार के चित्रों के लिए 'समक्ष दर्शक'[४] ट्यूब अत्यधिक जनप्रिय हो गये हैं। दर्शक बिना प्रक्षेपण-प्रवर्धन[५] के सीधा ट्यूब के मुख-तल की ओर देखता है। यदि अधिक बड़े चित्र की आवश्यकता हो तो प्रक्षेपण किस्म के ट्यूब का उपयोग करते हैं।[६]

1. Cut off, 2. Amplification factor, 3. Distortion. 4. Direct-view, 5. Magnification by projection, 6. (क) ज्वौरकिन तथा पेन्टर प्रक्षेपण

देखने में यह ट्यूब कैथोड-किरण चित्र ट्यूब के समान प्रतीत होता है, लेकिन यह इस प्रकार की बनावट का होता है कि इससे प्राप्त होने वाले प्रकाश की मात्रा अधिक हो। प्रत्यक्षदर्शी ट्यूब १५ से ६० फुट लैम्बर्ट की सर्वाधिक तीव्रताओं के साथ कार्य कर सकता है, लेकिन प्रक्षेपण ट्यूब ५०० से २,००० फुट लैम्बर्ट की सर्वाधिक प्रकाश तीव्रताओं के साथ कार्य करता है। प्रतिबिम्ब का n गुना रैखिक अभिवर्धन[1] करने से, यदि यह मान लिया जाय कि प्रकाश-पद्धति[2] आदर्श है, प्रतिबिम्ब की प्रदीप्ति की तीव्रता n के वर्ग के गुणक से कम हो जाती है। इस प्रकार एक ५ इंच ट्यूब को, जिसका क्षेत्रफल ३ × ४ इंच हो, १५ × २० इंच के आकार में प्रक्षेपित करने से आवर्धन ५ गुना होगा तथा प्रदीप्ति की तीव्रता में २५ : १ के अनुपात में कमी हो जायगी। वास्तविक कमी २५ : १ के अनुपात से भी अधिक होगी, क्योंकि प्रयोग में आने वाली प्रकाश-पद्धतियों की कार्य-विधि सीमित होती है। अकेला तथा सबसे बड़ा अवयव प्रकाश-पद्धति की f दर[3] है। दक्षता अनुमानतः इस संख्या के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होती है। f दक्षता का वास्तविक समीकरण निम्न है :—

$$\text{दक्षता} = \frac{1}{1+4f^2} \qquad (२—११)$$

इस प्रकार एक प्रकाश-पद्धति, जिसकी f दर ०.५ है (अर्थात् जिसके लिए फोकस अन्तर तथा व्यास का अनुपात ०·५ है), की दक्षता निम्न होगी —

$$\text{दक्षता} = \frac{1}{1+4\times0{\cdot}5^2} = 0{\cdot}5 \qquad (२—१२)$$

इसके अतिरिक्त परावर्तन, अवशोषण इत्यादि के कारण भी प्रकाश का ह्रास होता है। ये कारण मिलकर लगभग ०·४ गुणक के तुल्य हो जाते हैं। इस प्रकार कुल दक्षता ०·५ × ०·४ = ०·२ ही प्राप्त होती है। इन अतिरिक्त हानियों को हम प्रकाश-पद्धति की f दर में वृद्धि के तुल्य मान सकते हैं। इस प्रकार $\frac{f}{०\cdot५}$ संख्या की आशा के स्थान पर $\frac{f}{१}$ संख्या की प्राप्ति होती है। इस प्रकार ५ गुने अभिवर्धित प्रतिबिम्ब की प्रदीप्ति की तीव्रता मूल प्रतिबिम्ब की प्रदीप्ति की तीव्रता का केवल $\frac{०\cdot२}{२५} = ०\cdot००८$ होगी। अतएव

काइनैस्कोप *Proc.* IRE, Vol. 25, No. 8, p. 937, **अगस्त, १९३७।**
ख रीनिया, डी गियर तथा वान अल्फैन (Rinia, de Gier and Van Alphen) **गृह-प्रक्षेपण टेलीविजन** *Proc.* IRE, Vol. 36, No. 3, p. 395, **मार्च, १९४८।** 1. Linear magnification, 2. Optical system, 3. Rating.

१,००० फुट-लैम्बर्ट वाला मूल प्रतिबिम्ब लगभग ८ फुट लैम्बर्ट में घट जायगा। इस चित्र को दैशिक[1] प्रक्षेपण परदे का उपयोग करके अधिक प्रकाशित प्रतीत होने वाला बनाया जा सकता है, लेकिन इसमें ऊर्ध्व तथा/या क्षैतिज दृष्टिकोणों[2] का बलिदान करना पड़ेगा। इस प्रकार की विधियों से प्रदीप्ति की व्यक्त तीव्रता को ४ गुना बढ़ाया जा सकता है जो उपर्युक्त उदाहरण में, अक्ष के सहारे ३२ फुट लैम्बर्ट की तीव्रता प्रदान करेगी।

प्रकाश-पद्धति या तो परावर्तन किस्म की या वर्तन किस्म की हो सकती है। लेंस बनाने तथा काँच के वर्तमान ज्ञान से वर्तन-पद्धति लगभग $\frac{f}{१\cdot२}$ तक ही सीमित है। परावर्तन-पद्धति द्वारा ०·५ की f दर प्राप्त की जा सकती है। बाज़ार में मिलने वाले व्यापारिक उपकरण में अधिकतर सिमिट[3] की सुधरी हुई प्रकाश-पद्धति का प्रयोग किया जाता है। आजकल प्रयोग में आने वाली दो बनावटों को चित्र २–१६

चित्र २–१६. टेलीविज़न-प्रक्षेपण के लिए सिम्टि की प्रकाश-पद्धति को समायोजित करने की दो विधियाँ। आवश्यक अवयवों में कैथोड-किरण ट्यूब, अवतल दर्पण, शोधक प्लेट तथा प्रक्षेपण-परदा हैं।

में प्रदर्शित किया गया है। पहली पद्धति, जो (*a*) में दिखायी गयी है, शायद सर्वाधिक प्रचलन में है। इसमें एक चित्र ट्यूब होता है जिसका मुँह[4] एक बड़े गोलीय दर्पण

1. Directive, 2. Angles of view, 3. Schmidt, 4. Face.

के फोकस तल में होता है तथा जिसकी वक्रता प्रकाश-क्षेत्र की वक्रता के बराबर बना दी जाती है। दर्पण प्रतिबिम्ब को घर्षित काँच के परदे पर प्रक्षेपित करता है तथा यह परदे की दूसरी ओर से देखी जाती है।

दर्पण तथा परदे के बीच एक शोधक[१] प्लेट लगायी जाती है जो गोलीय विपथन[२] तथा निश्चित प्रक्षेप[३] का शोधन करती है, अन्यथा गोलाकार या परवलयाकार[४] तल की अपेक्षा दीर्घवृत्ताकार[५] तल की आवश्यकता पड़ेगी।

शोधक प्लेट समोत्तल[६] तथा अगोलीय[७] तल से मिलकर बनी होती है। इन दोनों के संयोग से एक अन्य अगोलीय तल का निर्माण होता है। यह शोधक प्लेट साधारणतया पारदर्शी प्लास्टिक-जैसे लूसाइट[८] से बनायी जाती है। ४५° पर झुका हुआ दर्पण समतल दर्पण होता है जिसका कार्य केवल किरणों को ९०° से मोड़कर ऐसी स्थिति में लाना है जिससे वे भली प्रकार देखी जा सकें तथा पूरी पद्धति को एक ऐसे बक्स[९] में जमा किया जा सके जो उचित आकार का तथा देखने में अच्छा लगने वाला हो।

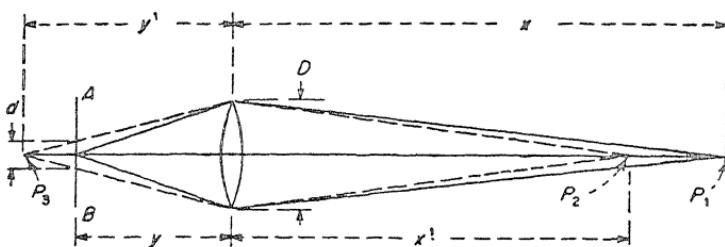
b पद्धति में a पद्धति के सब अवयव काम में लाये जाते हैं। इसके अतिरिक्त इसमें ४५° दर्पण छिद्रयुक्त[१०] होता है और इसमें होकर ट्यूब आगे निकला रहता है। इस पद्धति में ट्यूब की गर्दन में लगे 'योक'[११] इत्यादि प्रकाशपथ में नहीं पड़ते। अतः अधिष्ठापन[१२] कम हो जाता है जो अन्यथा काफी मात्रा में होता।

प्रक्षेपण ट्यूबों में साधारणतया प्रयुक्त होने वाली द्वितीय-एनोड वोल्टताएँ २०,००० से ३०,००० वोल्ट के क्रम की होती हैं, हालाँकि बड़े परदों से युक्त थियेटर प्रक्षेपण में ८५,००० वोल्ट तक की वोल्टताएँ प्रयुक्त की जा सकती हैं। क्योंकि २०,००० वोल्ट से अधिक की वोल्टता से X-किरणें उत्पन्न हो सकती हैं, अतः प्रत्येक बनावट की X-किरण विकरण के लिए जाँच कर लेनी चाहिए। प्रवर्तक[१३] को किसी भी हानिकारक प्रभाव से बचाने का समुचित प्रबन्ध होना चाहिए।

1. Correction, 2. Spherical aberration, 3. Finite throw, 4. Parabolic, 5. Elliptical, 6. Planoconvex, 7. Aspheric, 8. Lucite, 9. Cabinet, 10. Perforated, 11. Yoke, 12. Masking, 13. Operator.

प्रश्नावली

२–१(a) एक छोटे-से कैथोड-किरण चित्र ट्यूब की मध्यमान 'स्वीप सुग्राहिता'[१] ०·२५ मि० मी० प्रति वोल्ट है, जब कि द्वितीय एनोड वोल्टता ३,००० वोल्ट है। इसका अर्थ यह है कि शिखा से शिखा[२] की १ वोल्ट की वोल्टता को विक्षेपक प्लेटों पर लगाने से स्पाट ०·२५ मि० मी० का बनेगा। यदि चित्र ट्यूब का व्यास ७ इंच हो तथा चित्र गोल कोणों से युक्त आयताकार हो, जिसमें कोणों की त्रिज्या १ इंच तथा चित्र की लम्बाई का उसकी चौड़ाई से अनुपात ०·७५ हो और वृत्त एक ७ इंच व्यास वाले वृत्त को स्पर्श करें तो किस शिखा तक की वोल्टता को उत्पन्न करने से उक्त चित्र आकार प्राप्त हो सकता है?

(b) यदि सामान्य मनुष्य की आँख की विभेदकता[३] १ मिनट हो अर्थात यह परदे पर उन रेखाओं को पृथक्-पृथक् देख सकती है जिनमें उत्तरोत्तर रेखाओं के केन्द्रों के बीच प्रेक्षक की आँख से नापे जाने पर कोण १ मिनट से कम हो (१° = ६० मिनट) तो कितनी दूर पर एक प्रेक्षक के खड़े होने से परदे पर की रेखामय बनावट अदृश्य हो जायगी? यदि टेलीविज़न के परदे का व्यास D तथा चित्र की ऊँचाई ०·६D हो। चित्र में ५०० लाइनें मानकर निम्न अवस्थाओं में इस दूरी का मान क्या होगा? ट्यूब के व्यास D = ७ इंच, D = १० इंच, D = १२ इंच, D = १६ इंच, D = २० इंच; १८ इंच ऊँचे प्रेक्षपण चित्र के लिए।

उत्तर

(a) शिखा से शिखा तक ६३३ वोल्ट।

(b) S = ४·१३ D इंच; २८·९ इंच, ४१·३ इंच; ४९·५ इंच; ६१·९ इंच; ६६ इंच; ८२·६ इंच; १२४ इच।

२–२. बिना कलन[४] के अर्थात् ज्यामिति की सहायता से सिद्ध करो कि कैमरा के लेंस में फोकस की गहराई केवल लेंस के व्यास पर निर्भर करती है। अर्थात् यह लेंस के फोकस अन्तर या F–दर पर निर्भर नहीं करती जब तक कि व्यास स्थिर रहता है।

नीचे के चित्र को आधार मानकर प्रश्न हल करें जिससे सब विद्यार्थियों के हलों में संकेत अंक एक-से रहें।

P_1 पर स्थित एक बिन्दुवत् वस्तु का प्रतिबिम्ब AB तल में रखे हुए एक फिल्म पर फोकस है। एक दूसरा बिन्दु P_2 फिल्म के पीछे P_3 बिन्दु पर फोकस होता है तथा फिल्म पर व्यास का एक धब्बा पैदा करता है। सिद्ध करो कि (अनुमानतः)

$$\frac{d}{m} = D \frac{x - x^1}{x}$$

जहाँ कि

m = आवर्धन क्षमता $\frac{f}{x}$

f = लेंस का फोकस अन्तर

२–३. (*a*) चित्र २–१५ में दिखाये गये 3 BP 1–A कैथोड-किरण ट्यूब की ५०० μa (माइक्रो आम्पियर) प्लेट धारा पर अन्योन्य चालकता[1] क्या है?

(b) इस ट्यूब का ५०० μa प्लेट धारा पर प्लेट प्रतिरोध क्या है?

(c) प्रक्षेपित चित्र का आकार १८ × २४ इंच है, लेंस से प्रक्षेपण परदे की दूरी २४ इंच तथा लेंस का फोकस अन्तर ७ इंच है, तो कैथोड-किरण प्रक्षेपण ट्यूब के सिरे पर प्रयुक्त किये जाने वाले चित्र का आकार क्या है?

उत्तर

(a) अनुमानतः ५० μ mhos (माइक्रो म्हो)

(b) अनुमानतः १ मेग ओम

(c) ३·४१ × ४·५३ इंच

1. Mutual conductance.

अध्याय ३

वीडियो-आवृत्ति प्रवर्धक

(Video-Frequency Amplifiers)

३—१. वीडियो-आवृत्ति विस्तार

आइकोनोस्कोप या प्रेषक 'पिक-अप' पद्धति के कैमरा टयूब से प्राप्त क्षीण विद्युत्-धारा को रेडियो प्रेषक की रेडियो आवृत्ति वाली वाहक[1] तरंगों को अधिमिश्रित[2] करने से पहले प्रवर्धित करना चाहिए; उसी प्रकार ग्राहक द्वितीय परिचायक[3] की उत्पत्ति[4] की वीडियो वोल्टता को भी काफी प्रवर्धित करना पड़ता है, जिससे वह उपयुक्त आयाम[5] की होकर चित्र ट्यूब की नियंत्रक ग्रिड को कार्यान्वित कर सके। इस प्रकार के प्रवर्धकों को 'वीडियो-आवृत्ति प्रवर्धक' कहते हैं। इस प्रकार के प्रवर्धक की कम से कम तीन विशेषताएँ होनी चाहिए—(१) आवृत्ति प्रतिक्रिया लाक्षणिक प्रवर्धित की जाने वाली आवृत्तियों के विस्तार में उचित रूप से चौरस[6] या एकसार[7] होनी चाहिए। (२) उस आवृत्ति विस्तार पर समय विलम्ब[8] में अधिक अन्तर नहीं होना चाहिए। (३) प्रवर्धक का भीतरी शोरगुल कम से कम होना चाहिए।

स्कैनिंग पद्धति से उत्पादित सभी आवृत्तियों के प्रवर्धक को प्रवर्धित करना चाहिए, जिससे पुनरुत्पादित चित्र में वे सम्पूर्ण विवरण प्राप्त हो सकें जो स्कैनिंग पद्धति द्वारा उत्पन्न किये जा सके हैं। चित्र के उच्चतम भाग से निम्नतम भाग तक जाने में आवश्यक समय से सम्बन्धित आवृत्ति निम्नतम आवृत्ति होगी। एफ़० सी० सी० (FCC) प्रमाण के अनुसार यह समय १/६० सेकण्ड है। इस प्रकार निम्नतम आवृत्ति ६० चक्कर सेकण्ड हुई। आवृत्ति की उच्चतम सीमा इस प्रकार सुस्पष्ट रूप से निश्चित नहीं है, यदि एक अकेली दूरवीक्षण नलिका में प्रयुक्त पट्टी[9] की चौड़ाई से सम्बन्धित मान को चुना जाय तो उच्चतम सीमा ४०,००,००० चक्कर प्रति सेकण्ड होती है, यदि यह सीमा किसी विशेष कैमरा ट्यूब से जिसमें स्कैनिंग स्पॉट सामान्य से अधिक बड़े आकार का हो, निर्धारित की जाय तो यह ४ Mc से काफी कम

1. Carrier, 2. modulate, 3. detector, 4. output, 5. amplitude, 6. flat, 7. uniform, 8. delay, 9. Band.

हो सकती है। उच्चतम आवृत्ति सीमा को निर्धारित करने की एक अन्य विधि में क्षैतिज तथा ऊर्ध्व दिशाओं में चित्र विवरण की समानता का विचार किया जाता है तथा इस आवश्यकता की पूर्ति के लिए उचित उच्चतम आवृत्ति की गणना कर ली जाती है। इस प्रकार देखा जाता है कि उच्चतम आवृत्ति उस समय से प्राप्त की जा सकती है, जो दो चित्र तत्त्वों को प्रेषित करने में लगता है। इन तत्त्वों में एक श्वेत तथा दूसरा काला होना चाहिए। इसका कारण यह है कि सर्वाधिक विवरण जो क्षैतिज तथा ऊर्ध्व दिशा में समान स्पष्टता के साथ पुनरुत्पादित हो सकता है, काले तथा श्वेत वर्गों से निर्मित शतरंज बोर्ड के विवरण के समान है। प्रत्येक वर्ग की चौड़ाई एक लाइन के बराबर होती है जो ऊर्ध्व स्पष्टता की सीमा निर्धारित करती है। इस प्रकार एक काला तथा एक सफेद वर्ग प्रत्यावर्ती धारा के धनात्मक तथा ऋणात्मक अर्ध-चक्र के समान है या पूरा चक्र दो गुटकों के समान है। इस प्रकार २४ फ्रेम प्रति सेकण्ड वाली १२०-लाइन बिना गुँथे हुए[1] चित्र में, जिसमें आकृति अनुपात ४ : ३ है, उच्चतम आवृत्ति सीमा निम्न होगी ––

$$f_2 = \frac{N^2F_1R}{2} = \frac{120^2(24)(1{\cdot}33)}{2}$$

$$= 230{,}000 \text{ चक्र प्रति सेकण्ड} \qquad (३ – १)$$

जहाँ कि––

N = लाइनों की संख्या

F_1 = फ्रेम-आवृत्ति

R = आकृति अनुपात

N^2R = चित्र अवयवों की संख्या (काले और सफेद दोनों) आधुनिक FCC प्रमाण की ५२५ लाइनों का प्रयोग करते हैं, जिसमें एक के पश्चात् एक गुँथी हुई लाइन होती है। चित्र को एक बार पूर्णतया स्कैन करने के लिए लगा समय १/३० सेकण्ड है। यह फ्रेम आवृत्ति कहलाता है। आधी लाइनों सहित उच्चतम भाग से निम्नतम सिरे तक जाने के समय को क्षेत्र-आवृत्ति कहते हैं। इस प्रकार फ्रेम आवृत्ति ३० चक्र प्रति सेकण्ड तथा क्षेत्र-आवृत्ति ६० चक्र प्रति सेकण्ड हुई। इस प्रकार उच्चतम आवृत्ति सीमा निम्न होगी––

$$f_2 = \frac{N^2F_1R}{2} = \frac{525^2(30)(1{\cdot}33)}{2}$$

$$= 5{,}510{,}000 \text{ चक्र प्रति सेकण्ड} \qquad (३ – २)$$

1. noninterlaced.

इसको नीचे की दिशा में थोड़ा सा संशोधित किया जा सकता है, क्योंकि मध्यमान ऊर्ध्व विभेदकता मध्यमान क्षैतिज विभेदकता से निम्न स्तर की होती है। यह देखा गया है कि समीकरण (३ – २) से प्रदर्शित इस आवृत्ति को अनुमानतः ६४% तक किया जा सकता है। उच्चतम आवृत्ति के लिए समीकरण उपर्युक्त समीकरण (३ – २) को K से गुणा करके प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ K एक गुणांक है, जो दोनों दिशाओं में बराबर मध्यमान विभेदकता के लिए उपयुक्त है।

इस प्रकार

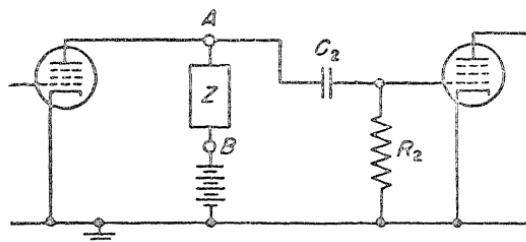
$$f_2 = \frac{N^2 F_1 R k}{2} \qquad (३ - ३)$$

अतएव FCC प्रमाण के लिए उच्चतम आवृत्ति

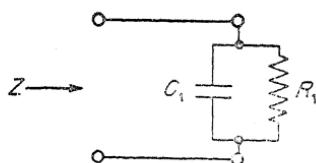
$$f_2 = \frac{525^2(30)(1 \cdot 33)(0 \cdot 64)}{2}$$

$$= 3,530,000 \text{ चक्र प्रति सेकण्ड} \qquad (३ - ४)$$

इस मध्यमान रूप से ४०,००,००० चक्र प्रति सेकण्ड तक प्रेषित करने से मध्य-मान क्षैतिज स्पष्टता ऊर्ध्व मध्यमान से जरा सी अच्छी होगी।

६० से ४०,००,००० चक्र प्रति सेकण्ड के विस्तार में सब आवृत्तियों को समान रूप से प्रवर्धित करने के लिए प्रवर्धक की बनावट विशेष रूप की होनी चाहिए, जिससे वह निर्वात-ट्यूब[1] की पृथ्वी के सापेक्ष 'इन-पुट और आउट-पुट' धारिता[2] तथा पृथ्वी के सापेक्ष चक्र[3] की धारिता के इन आवृत्तियों के मार्ग-परिवर्तनकारी[4] प्रभाव को रोक सके तथा निम्नतम आवृत्तियों की अपेक्षा इन आवृत्तियों का कम प्रवर्धन कर सके।

बनाने वाले के लिए अनेक प्रकार के पूर्तिकारक[5] चक्र उपलब्ध हैं। यहाँ हम दो पेच वाले जाल चक्र[6] तथा चार पेच वाले जाल चक्र का अध्ययन करेंगे।

३–२. द्वि-पेचीय जाल चक्र

द्वि-पेचीय जाल चक्र उस चक्र को कहते हैं, जिसमें 'इन-पुट' तथा 'आउट-पुट' पेच उभयनिष्ठ होते हैं। इन पेचों के बीच जाल चक्र को सम्बन्धित करते हैं। उदाहरण

1. Vacuum-tube, 2. capacitance, 3. circuit, 4. by-passing or shunting, 5. Compensating, 6. Two-terminal net work.

के लिए, चित्र ३–१ में अवबाधा[1] Z के प्रकार के ऊपर प्रवर्धक की आवृत्ति-प्रतिक्रिया निर्भर करेगी। Z को दो पेचों A तथा B के मध्य लगाते हैं; इन्हीं पेचों पर इन-पुट ट्यूब की आउट-पुट तथा आउट-पुट ट्यूब की इन-पुट लगाते हैं। इस चित्र में यह मान लिया गया है कि विचाराधीन आवृत्ति विस्तार में C_2 तथा R_2 का प्रभाव नगण्य है।

चित्र ३–१. अवबाधा Z का सामान्य द्वि-पेचीय सम्बन्धकारक जाल चक्र।

Z के मान का चयन करने में उद्देश्य यह होना चाहिए कि आवृत्तियों के अभीष्ट विस्तार में सर्वाधिक एक सार लाभ प्राप्त हो सके। Z की बनावट का सरलतम रूप

चित्र ३–२. चित्र (३–१) में प्रदर्शित Z की सबसे सरलतम बनावट। इसमें एक प्रतिरोध R तथा उसके समानान्तर ट्यूब तथा संयोजक तारों की धारिता C_1 है।

चित्र ३–२ में प्रदर्शित किया गया है। इसमें एक प्रतिरोध R_1 तथा उसके समानान्तर क्रम में धारिता C_1 है। इस दशा में C_1 इन-पुट ट्यूब की आउट-पुट धारिता तथा आउट-पुट ट्यूब की इन-पुट धारिता का योग और तारों की पृथ्वी के सापेक्ष धारिता का पारा प्रदर्शित करती है।

हल करने पर अवबाधा के लिए निम्न व्यंजक प्राप्त होता हैं––

1. Impedence.

$$Z = \frac{-j\ (R/\omega C_1)}{R_1-(j/\omega C_1)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right)+j\omega C_1}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{(1/R_1^2)+\omega^2 C_1^2}} \angle \tan^{-1} - \omega C_1 R_1 \qquad (३-५)$$

समीकरण (३–५) का निरीक्षण करने से पता चलता है कि वास्तव में एक सार आवृत्ति-प्रतिक्रिया का क्षेत्र कोई नहीं है, क्योंकि $\omega^2 C_1^2$ पद हर[1] के साथ आता है। लेकिन यदि $\frac{I}{R_1}$ की तुलना में $\omega\ C_1$ छोटा हो तो इसका प्रभाव भी कम होगा। यदि यह मान लिया जाय कि लाभदायक विस्तार की सीमा उस आवृत्ति तक है, जहाँ $\frac{I}{R_1} = \omega C_1$ तथा यह आवृत्ति $\frac{\omega_2}{2\pi}$ है तो R_1 के लिए हल निम्न प्रकार किया जा सकता है—

$$\frac{1}{R_1} = \omega_2 C_1 \text{ या } R_1 = \frac{1}{\omega_2 C_1} \qquad (३-६)$$

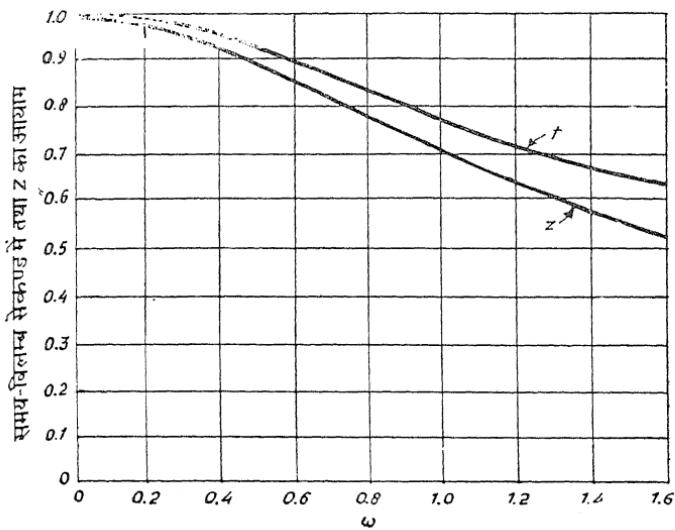
तथा

$$C_1 = \frac{1}{\omega_2 R_1} \qquad (३-७)$$

समीकरण (३–६) को समीकरण (३–५) में प्रतिष्ठापित करने से

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\omega_2^2 C_1^2 + \omega^2 C_1^2}} \angle \tan^{-1} - \frac{\omega\ C_1}{\omega_2\ C_1}$$

$$= \frac{1}{C_1 - \sqrt{\omega_2^2 + \omega^2}} \angle \tan^{-1} \frac{-\omega}{\omega_2}$$

$$= \frac{1}{2\pi C_1 \sqrt{f_2^2 + f^2}} \angle \tan^{-1} \frac{-f}{f_2} \qquad (३—८)$$

कलाकोण $\tan^{-1}\left(\frac{-f}{f_2}\right)$ को कोणीय वेग ω से भाग देकर समय-विलंब[2] के रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।

1. denominator, 2. time-delay.

इस प्रकार

$$t = \frac{\tan^{-1}(f/f_2)}{\omega} = \frac{\tan^{1}(f/f_2)}{2\pi f} \qquad (३-९)$$

चित्र (३–३) में आयाम[1] तथा समय-विलम्ब का लेखा-चित्र प्रदर्शित किया गया है। व्यापकता की दृष्टि से यह मान लिया गया है कि $C_1=1$ तथा $2\pi f_2=1$ है। इन सार्वत्रिक वक्रों को C_1 तथा ω_2 के किन्हीं मानों के लिए गुणा या भाग करके परिवर्तित किया जा सकता है।

चित्र ३–३. चित्र (३–२) के अवबाधा Z का परिमाण, जिसमें R_1 को सापेक्षतया इकाई लिया गया है और Z के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता के समय-विलम्ब t को चालक ट्यूब की नियन्त्रण ग्रिड पर लगायी गयी वोल्टता की कला के सापेक्ष नापा गया है। व्यापक वक्र प्राप्त करने की दृष्टि से यह मान लिया गया है कि गुणनफल C_1R_1 इकाई होगा।

उदाहरण के लिए यदि $f_2=4$ Mc या $\omega_2=25 \cdot 2\times 10^6$ तथा $C_1=20\mu\mu f=20\times 10^{-12}$ फैराड, तो $\omega=0$ के लिए Z का मान निम्न है—

1. amplitude.

शायद सबसे सरल 'समतल प्रतिक्रिया'[1] लाक्षणिक चक्र वह है, जिसमें Z चित्र ३–४ में प्रदर्शित की भाँति आकार का होता है। यह चक्र प्रधानतया चित्र ३–२ के अनुरूप ही है। भेद केवल इतना है कि इसमें प्रतिरोध R_1 के श्रेणी-क्रम में एक प्रेरकत्व[2] L_1 लगाया गया है। जब प्रेरकत्व का मान $0 \cdot 33\ R_1{}^2C_1$ मान से धीरे-धीरे बढ़ाया जाता है, तो यह प्रतीत होता है कि आयाम तथा आवृत्ति प्रतिक्रिया वक्र धीरे-धीरे ऊँचा उठता है, सापेक्षतया समतल[3] भाग से गुजरता है; पुनः एक सुस्पष्ट शिखा[4] पर कम आवृत्तियों के लिए पहुँचता है, जैसे-जैसे प्रेरकत्व L_1 को सीमा-रहित बढ़ाया जाता है। उच्चतम समतलता[5] की शर्त, जिसमें Z का परम मान वही होता है, जो शून्य आवृत्ति तथा ω_2 पर होता है (यह ω_2 स्वच्छतापूर्वक चुनी गयी उच्चतम आवृत्ति की सीमा है), निम्न प्रकार है—

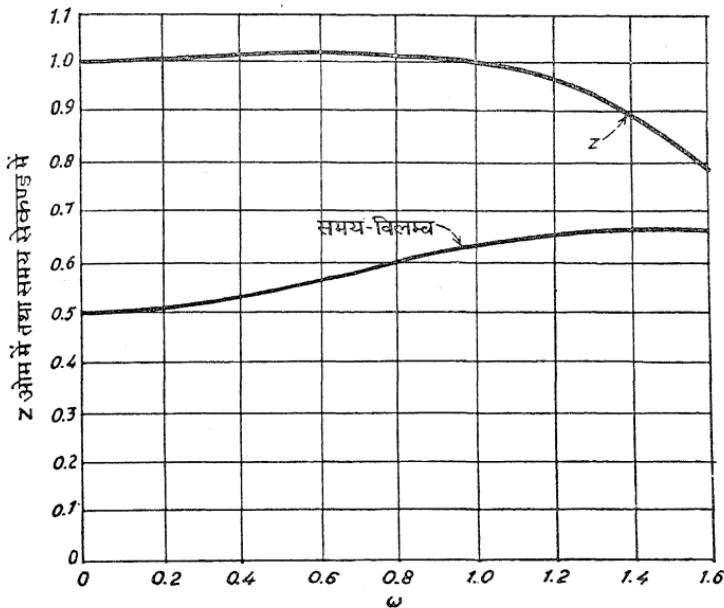
$$L_1 = \frac{R_1}{2\omega_2} = \frac{1}{2\omega_2{}^2 C_1} = 0 \cdot 5\ R_1{}^2 C_1 \qquad (३ - १२)$$

चित्र ३–४ में Z का मान समीकरण (३–१२) की सहायता से गणना करने पर

$$Z = \frac{\left[1 - j\,\frac{f}{2\,f_2}\left(1 + \frac{f^2}{2\,f_2{}^2}\right)\right]}{\omega_2\ C_1\left(1 + \frac{f^4}{4\,f_2{}^4}\right)} \qquad (३ - १३)$$

जहाँ f = व्यापक रूप में कोई आवृत्ति

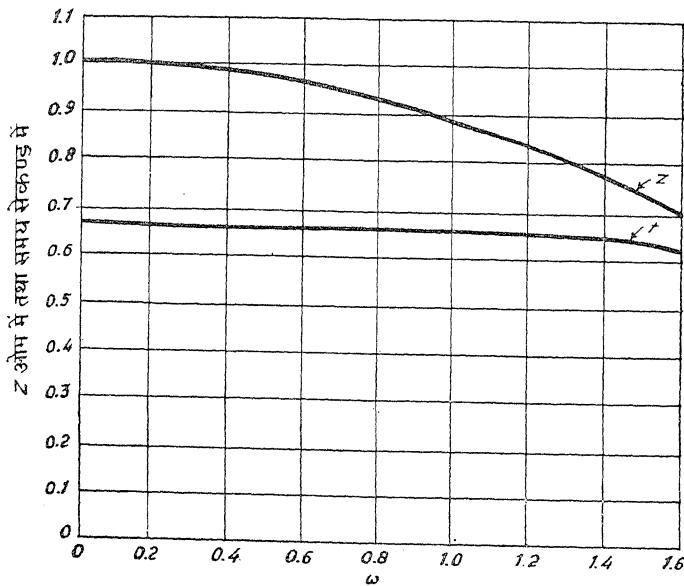
f_2 = उच्चतम आवृत्ति सीमा

समीकरण (३ – १३) को कोण ϕ पर एक दिष्ट[6] की भाँति व्यक्त करने पर

$$Z = \frac{\sqrt{1 + \frac{f^2}{4\,f_2{}^2}\left(1 + \frac{f^2}{2\,f_2{}^2}\right)^2}}{\omega_2\ C_1\left(1 + \frac{f^4}{4\,f_2{}^4}\right)} \angle \tan^{-1} - \frac{f\left(1 + \frac{f^2}{2\,f_2{}^2}\right)}{2\,f_2} \qquad (३ - १४)$$

चित्र ३–५ में समीकरण (३–१४) को लेखाचित्र द्वारा प्रदर्शित किया गया है, जिसमें $\omega_2 = 1$, $C_1 = 1$ तथा समय विलम्ब को समीकरण $\frac{\phi}{\omega}$ से लिया गया है।

1. flat response,　2. Inductance,　3. flat,　4. peak,
5. maximum flatness,　6. vector.

$$t = \frac{\phi}{\omega} = \frac{\tan^{-1} - \dfrac{f[1+(f^2/2f_2^2)]}{2f_2}}{\omega} \qquad (३ - १५)$$

अवबाधा Z का मान $\omega = 0$ पर तथा पुनः $\omega = 1 \cdot 0$ पर $1 \cdot 0$ हो जाता है तथा लगभग $\omega = 0 \cdot 6$ पर इसका मान $1 \cdot 029$ हो जाता है। चित्र ३–३ में प्रदर्शित

चित्र ३–५. चित्र (३–४) के चक्र से $L_1 = 0{\cdot}5\, R_1^2\, C_1$ के लिए प्राप्त अनुपम पूर्तिकरण। $\omega = 0$ से $\omega = 1$ तक अवबाधा का परिमाण प्रयोगात्मक रूप से एकसार है। $\omega = 1{\cdot}6$ तक समय-विलम्ब में लगातार वृद्धि दिखाई देती है। ध्यान देने योग्य बात यह है कि यह वक्र चित्र ३–३ में प्रदर्शित अपूर्तिकारक[1] वाले वक्र से उलटा है, जिससे यह निष्कर्ष निलकता है कि L_1 का कोई मध्यवर्ती मान ऐसा निकाला जा सकता है, जिससे $\omega = 0$ से $\omega = 1$ तक समय-विलम्ब एकसार हो।

साधारण RC चक्र के ढलान[2] से समय-विलम्ब का ढलान विपरीत है। इसके अतिरिक्त $\omega = 0$ से $\omega = 1$ के विस्तार में समय-विलम्ब का अन्तर केवल आधा ही है।

1. Uncompensated, 2. slop.

चित्र ३–२ तथा ३–४ में प्रदर्शित चक्रों के लिए जैसा ऊपर देखा गया है, समय-विलम्ब के अन्तर सन्तोषजनक हैं, लेकिन यह स्मरण रखना चाहिए कि उनमें से प्रत्येक की केवल एक ही स्थिति पर विचार किया गया है। एक अभीष्ट लाभ को प्राप्त करने के लिए यदि किसी प्रवर्धक की अनेक स्थितियों की आवश्यकता पड़े, तो प्रत्येक स्थिति के समय-विलम्बों को जोड़कर कुल समय-विलम्ब की प्राप्ति की जा सकती है। अतएव चित्र ३–२ के समान चक्र का अध्ययन लाभदायक होगा, जिसमें प्रेरकत्व

चित्र ३–६. प्रेरकत्व $L_1 = \frac{R_1^2 C_1}{3}$ के लिए चित्र ३–४ के चक्र से प्राप्त क्षतिपूर्ति L_1 के ऐसे क्रान्तिक मान का चयन किया गया है, जिससे $\omega = 0$ से $\omega = 1$ से भी पर्यन्त एकसार समय-विलम्ब लाक्षणिक प्राप्त हो। ध्यान दो; जैसे-जैसे ω बढ़ता है, Z का मान कम होता जाता है। $\omega = 1$ पर Z का मान $\omega = 0$ पर Z के मान का $0 \cdot 88$ है।

का मान कम हो, जिससे समय-विलम्ब वक्र चित्र ३–३ तथा ३–५ में प्रदर्शित वक्रों के बीच में आ जायगा। इन वक्रों के निरीक्षण से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि $\omega_2 L_1$ का मान लगभग $R_1/3$ के बराबर होना चाहिए। इसमें $R_1 = \frac{1}{\omega_2 C_1}$

है। इन मानों के मानने से Z के लिए समीकरण निम्न प्रकार का हो जाता है।

$$Z=\frac{1-j\left(\frac{f}{3f_2}\right)\left(2+\frac{f^2}{3f_2^2}\right)}{\omega_2 C_1\left(1+\frac{f^2}{3f_2^2}+\frac{f^4}{9f_2^4}\right)} \qquad (३–१६)$$

समीकरण (३ – १६) को किसी कोण पर दिष्ट के रूप में व्यक्त करने से

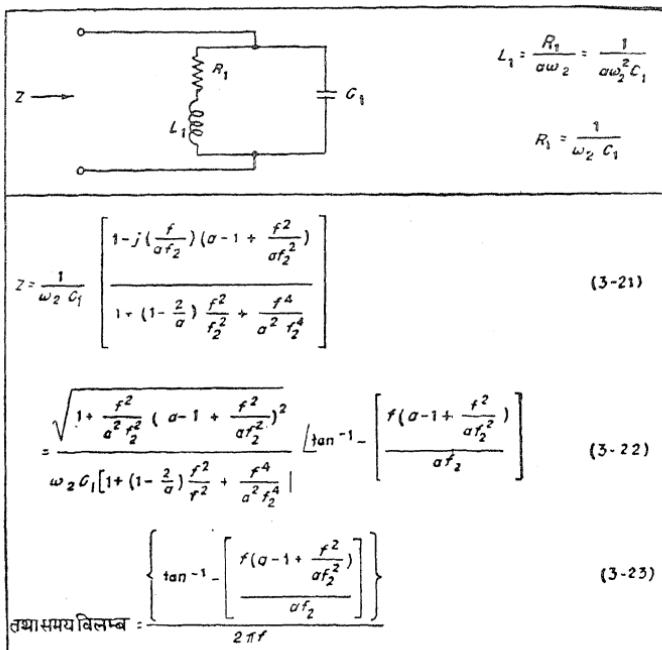
$$Z=\frac{\sqrt{1+\frac{f^2}{9f_2^2}\left(2+\frac{f^2}{3f_2^2}\right)^2}}{\omega_2 C_1\left(1+\frac{f^2}{3f_2^2}+\frac{f^4}{9f_2^4}\right)}\angle \tan^{-1}-\left[\frac{f\left(2+\frac{f^2}{3f_2^2}\right)}{3f_2}\right] \qquad (३\text{-}१७)$$

तथा समय-विलम्ब $\frac{\phi}{\omega}$ के बराबर है या

$$t=\frac{\tan^{-1}-\frac{f[2+(f^2/3f_2^2)]}{3f_2}}{\omega} \qquad (३–१८)$$

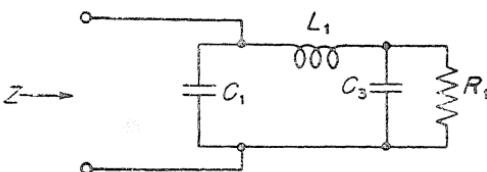
चित्र ३–६ में यह परिमाण तथा समय-विलम्ब का लेखाचित्र दिखाया गया है। पहले की भाँति यह मान लिया गया है कि $\omega_2=1$ तथा $C_1=1$ अवबाधा व्यंजक[1] $\omega=0$ से प्रारम्भ होता है, $\omega=1\cdot0$ पर $Z=0\cdot88$ तथा $\omega=1\cdot6$ पर $Z=0\cdot701$ समय-विलम्ब लगभग 1% की हद में $\omega=1$ तक समतल (flat) रहता है तथा $\omega=1\cdot6$ पर लगभग 8% नीचे हो जाता है। समय-विलम्ब का नियतांक[2] मान $t=0\cdot667$ है।

यदि L_1 के भिन्न-भिन्न मानों के लिए अध्ययन करना हो, तो चित्र ३–४ के चक्र का व्यापक हल लाभदायक होगा। निम्नलिखित हल एक पद α के सहित दिया गया है, जहाँ

$$\alpha=\frac{R_1^2C_1}{L_1} \qquad (३–१९)$$

उच्च आवृत्ति सीमा की परिभाषा निम्न समीकरण द्वारा की गयी है

1. function, 2. constant.

$$\omega_2 = \frac{1}{R_1 C_1} \qquad (३–२०)$$

चित्र ३–७ में व्यापक हल दिखाये गये हैं

चित्र ३–७. चित्र (३–४) के वीडियो-आवृत्ति पूर्तिकरण के अवबाधा और समय-विलम्ब के समीकरण। पूर्तिकारक प्रेरकत्व L का मान ज्ञात करने के लिए नियतांक a का उपयोग किया गया है।

चित्र ३-२ में प्रदर्शित Z की बनावट में दूसरी सम्भव वृद्धि यह है कि प्रेरकत्व L_1 के अतिरिक्त एक और प्रतिकर्ता[1] अवयव जोड़ा जाय, जिससे कुल मिलाकर दो पूर्ति-कारक अवयव हो जायँ। साधारणतया यह अवयव धारित्र[2] के रूप में होता है। इसको या तो प्रतिरोध R_1 के सिरों से या प्रेरकत्व L_1 के सिरों से सम्बन्धित किया जा सकता है। पुनः प्रतिकर्ता अवयवों को अनेक सम्भव मान दिये जा सकते हैं,

1. Reactive, 2. Capacitor.

प्रत्येक सम्मेलन जालचक्र के प्रतिक्रिया लाक्षणिक में परिवर्तन उत्पन्न करेगा। पहले हम प्रतिरोध अवयव R_1 के समानान्तर क्रम में जुड़ी हुई धारिता पर विचार करेंगे, जिसे चित्र ३–८ में C_3 से प्रदर्शित किया गया है।[१]

चित्र ३–८. द्वि-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक चक्र, जिसमें L_1 तथा C_3 दो पूर्तिकारी अवयव हैं। यह चक्र चित्र ३–४ में प्रदर्शित साधारण चक्र के १·० के स्थान पर १·६ पद-लाभ[२] उत्पन्न करेगा।

पहले की भाँति, C_1 सम्पूर्ण पार्श्व[३] धारिताओं का योग है। सर्वोत्तम पूर्तिकरण के लिए यह देखा जाता है कि

$$C_3 = 0\cdot25\ C_1 \tag{३–२४}$$

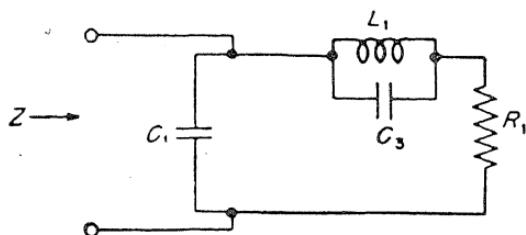
$$R_1 = \frac{1\cdot306}{\omega_2\ C_1} \tag{३–२५}$$

तथा

$$L_1 = 0\cdot75 R_1^2\ C_1 = \frac{0\cdot98\ R_1}{\omega_2} = \frac{1\cdot28}{\omega_2^2\ C_1} \tag{३–२६}$$

इस प्रकार प्राप्त आवृत्ति-प्रतिक्रिया वक्र पथ समुदाय[४] में काफी समतल होगा। चित्र ३–५ में प्रदर्शित चक्र की अपेक्षा इस चक्र का लाभ ३०·६% अधिक होगा। परिवर्तन की दृष्टि से लेखक ने देखा है कि उचित समतल (१००±५%) प्रतिक्रिया चित्र ३–८ के चक्र के उपयोग से प्राप्त हो सकता है यदि

$$R_1 = \frac{1\cdot6}{\omega_2 C_1} \tag{३–२७}$$

$$C_3 = 0\cdot25 C_1 \tag{३–२८}$$

1. Below, Fritz, Zur Theorie des Breitbandniederfrequenzierstârkers, Fernseh A. G., Vol. 1, No. 4, p. 149, July, 1939.
2. Stage gain, 3. Shunt, 4. Pass band.

तथा

$$L_1 = 0\cdot625R_1^2C_1 = \frac{R_1}{\omega_2} = \frac{1\cdot6}{\omega_2^2C_1} \qquad (३–२९)$$

C_3 के उपयोग करने की अन्य सम्भव विधि यह है कि इसको प्रेरकत्व L_1 के समानान्तर क्रम में जोड़ा जाय, जैसा कि चित्र ३–९ में प्रदर्शित किया गया है।

जो लोग फिल्टर[1] सिद्धान्त से परिचित हैं, वे इस चक्र को m व्युत्पन्न किस्म के अर्ध आकृति वाले निम्न पथ[2] फिल्टर के समान पायेंगे। यदि m के मान को ०·६ चुन लिया जाय, तो पूरे 'पास बैण्ड'[3] के लिए प्रतिबिम्ब अवबाधा लगभग प्रतिरोधक होगी।

चित्र ३–९. द्वि-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक चक्र, जिसमें दो पूर्तिकारक अवयव L_1 तथा C_3 भिन्न रीति से प्रयुक्त किये गये हैं। यह चक्र भी चित्र ३–४ के १·० के स्थान पर १·६ का लाभ प्रदान करता है। इस चक्र की उत्पत्ति फिल्टर सिद्धान्त से की जा सकती है।

इस कल्पना पर अवयव नियतांक निम्नलिखित हो जाते हैं :

$$R_1 = \frac{1\cdot6}{\omega_2C_1} \qquad (३–३०)$$

$$C_3 = 0\cdot66C_1 \qquad (३–३१)$$

तथा

$$L_1 = \frac{0\cdot6R_1}{\omega_2} = \frac{0\cdot96}{\omega_2^2C_1} = 0\cdot375R_1^2C_1 \qquad (३–३२)$$

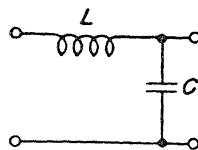
इन मानों को निम्नलिखित रीति से प्राप्त किया जा सकता है—नियतांक–K निम्न पथ फिल्टर के, जो चित्र ३–१० में प्रदर्शित किया गया है, अवयव निम्न हैं—

1. Filter, 2. Low-pass, 3. Pass band.

$$L = \frac{R}{\pi f_2} \qquad (३–३३)$$

$$C = \frac{1}{\pi f_2 R} \qquad (३–३४)$$

जहाँ कि

R = तरंग अवबाधा[1]

F_2 = 'कट-आफ' आवृत्ति

चित्र ३–१०. नियतांक–K किस्म के मौलिक निम्न-पथ फिल्टर का परिच्छेद।

इस किस्म के फिल्टर का o से f_2 चक्र प्रति सेकंड तक प्रेषण समुदाय[2] तथा f_2 से अनन्त तक क्षीणक समुदाय[3] होता है। क्षीणक प्रभाव धीरे-धीरे होता है।

चित्र ३–११ में m व्युत्पन्न निम्न-पथ फिल्टर प्रदर्शित किया गया है। चक्र अवयव निम्नलिखित भाँति हैं—

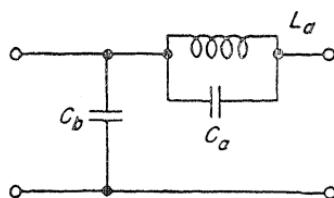
$$L_a = mL \qquad (३–३५)$$

$$C_b = mC \qquad (३–३६)$$

$$C_a = \frac{1-m^2}{4m} C \qquad (३–३७)$$

जहाँ कि

$$m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_2}{f\infty}\right)^2}$$

f_2' = 'कट-आफ' आवृत्ति

$f\infty$ = अनन्त क्षय[4] की आवृत्ति

(L_a तथा C_a की अनुनाद आवृत्ति)

1. Surrge impedance, 2. Transmission Band, 3. Attenuation Band, 4. Attenuation.

L तथा C = नियतांक –K निम्न पथ फिल्टर के लिए समीकरण (३–३३) तथा (३–३४) से प्रदत्त इकाइयाँ

यह ज्ञात है कि m का मान ०·६ रखने से एक ऐसा परिच्छेद प्राप्त होता है, जिसे अकेले प्रतिरोध में ही समाप्त किया जा सकता है तथा जिसमें पथ समुदाय[1] में कम से कम परावर्तन होता है तथा निश्रित फिल्टर की अन्तिम अवस्था में अर्ध परिच्छेद की आवश्यकता होती है। इन बातों को ध्यान में रखते हुए समीकरण (३–३५), (३–३६) तथा (३–३७) अर्ध परिच्छेद m = ०·७ के लिए निम्न रूप धारण करते हैं––

चित्र ३–११. m–व्युत्पन्न निम्न-पथ फिल्टर का परिच्छेद।

$$L'_a = \frac{0\cdot 6L}{2} = 0\cdot 3\left(\frac{R}{\pi f_2}\right) = \frac{0\cdot 6R}{2\pi f_2} \qquad (३–३८)$$

$$C'_b = \frac{0\cdot 6}{2}C = 0\cdot 3\left(\frac{1}{\pi f_2 R}\right) = \frac{0\cdot 6}{2\pi f_2 R} \qquad (३–३९)$$

$$C'_a = 2\ (0\cdot 266)\ C = 0\cdot 533\left(\frac{1}{\pi f_2 R}\right) \qquad (३–४०)$$

साधारणतया ऐसे अर्ध परिच्छेद की समाप्ति एक मध्यवर्ती नियतांक–K फिल्टर में होती है। क्योंकि इस प्रकार के नियतांक–K परिच्छेद फिल्टर की धारिता पूर्ण नियतांक–K परिच्छेद फिल्टर की धारिता की आधी होती है। अतः समानान्तर क्रम में जोड़े जाने वाली धारिता C_b निम्नलिखित होगी––

$$C' = \frac{C}{2} = \frac{1}{2\pi f_2 R} \qquad (३–४१)$$

जहाँ

$C = \frac{1}{2\ f\ R}$, जैसी कि समीकरण –(३–३४) से प्राप्त होती है, मिश्रित फिल्टर चित्र ३–१२ में प्रदर्शित की भाँति हो जाता है। C' तथा C_b' एक अकेली धारिता

1. Pass Band.

में मिल जायँगी, तब विद्युत्चक्र चित्र ३–९ के विद्युत्चक्र के सब प्रकार समान हो जायगा। इस प्रकार चित्र ३–९ के अनुसार––

$$C_1 = C' + C'_b$$

$$= \frac{1}{2\pi f_2 R_1} + \frac{0 \cdot 6}{2\pi f_2 R_1}$$

$$= \frac{1 \cdot 6}{2\pi f_2 R_1} \qquad (३–४२)$$

R_1 के लिए हल करने से

$$R_1 = \frac{1 \cdot 6}{2\pi f_2 C_1} = \frac{1 \cdot 6}{\omega_2 C_1} \qquad (३–४३)$$

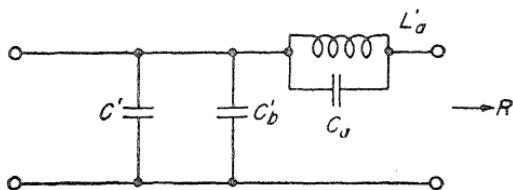
जो समीकरण (३–३०) के पूर्ण समान है।

इसी प्रकार

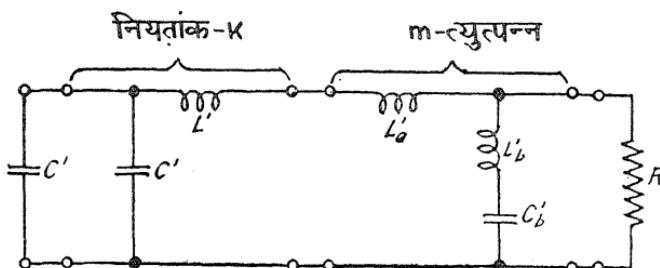
$$L_1 = L'_a = \frac{0 \cdot 6 R_1}{\omega_2}$$

$$= \frac{0 \cdot 96}{\omega_2^2 C_1} = 0 \cdot 375 R_1^2 C_1 \qquad (३–४४)$$

जो समीकरण (३–३२) के पूर्ण समान है।

और भी

$$C_3 = C_a' = \frac{0 \cdot 533}{\pi f_2 R} = \frac{0 \cdot 533}{\pi f_2} \left(\frac{2\pi f_2 C_1}{1 \cdot 6} \right)$$

$$= 0 \cdot 666 C_1 \qquad (३–४५)$$

जो समीकरण (३–३१) के पूर्ण समान है।

इस प्रकार चित्र ३–९ के जालचक्र का उपयोग करने वाले प्रवर्धक का लाभ चित्र ३–५ में प्रदर्शित केवल एक पूर्तिकारक अवयव का उपयोग करने वाले प्रवर्धक के लाभ का १ · ६ गुना होता है। सर्वाधिक लाभ चित्र ३–५ के प्रवर्धक के लाभ का दूना होता है। चित्र ३–९ के उच्चतम मान न प्राप्त कर सकने का केवल मात्र कारण यह है कि चित्र ३–१२ में फिल्टर परिच्छेदों को जोड़ने में, परिच्छेद पार्श्वधारिता C'_b से

प्रारम्भ होती है। अतः यह स्पष्ट है कि कोई ऐसा परिच्छेद इस्तेमाल करना चाहिए, जिसमें पार्श्वधारिता की अनुपस्थिति हो। इस बात की पूर्ति के लिए एक m व्युत्पन्न

चित्र ३–१२. मिश्रित निम्न पथ फिल्टर, जिसका पहला आधा भाग नियतांक–K धारिता तथा दूसरा आधा भाग m व्युत्पन्न अर्ध परिच्छेद का बना है, जो C'_b, L'_a तथा C'_a को प्रयुक्त करता है।

परिच्छेद तथा एक नियतांक–K परिच्छेद को चित्र ३-१३ में दिखाये गये अनुसार सम्बन्धित करना चाहिए।

चित्र ३–१३. द्वि-पेचीय अधिक विस्तृत पूर्तिकारक जालचक्र। चित्र ३–४ के सरलतम पूर्तिकारक जाल चक्र की तुलना में 'आदर्श' सीमा २·० का पद-लाभ[1] प्राप्त कर लेगा।

चित्र ३–१३ में प्रदर्शित m व्युत्पन्न निम्न पथ फिल्टर में

$$L_a = mL \qquad (३–४६)$$

$$L_b = \frac{1-m^2}{4m}L \qquad (३–४७)$$

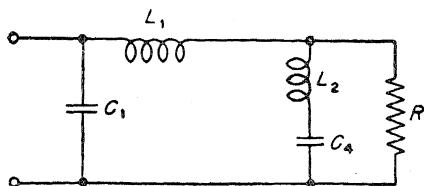
$$C_b = mC \qquad (३–४८)$$

जहाँ समीकरण (३–३७) का अनुकरण करके M, L तथा C की तुरन्त परिभाषा दी जा सकती है। क्योंकि समाप्ति[2] परिच्छेद एक पूर्ण परिच्छेद का आधा भाग है, अतः

1. Stagegain. 2. Terminating.

$$L'_a = \frac{L_a}{2} \qquad (३–४९)$$

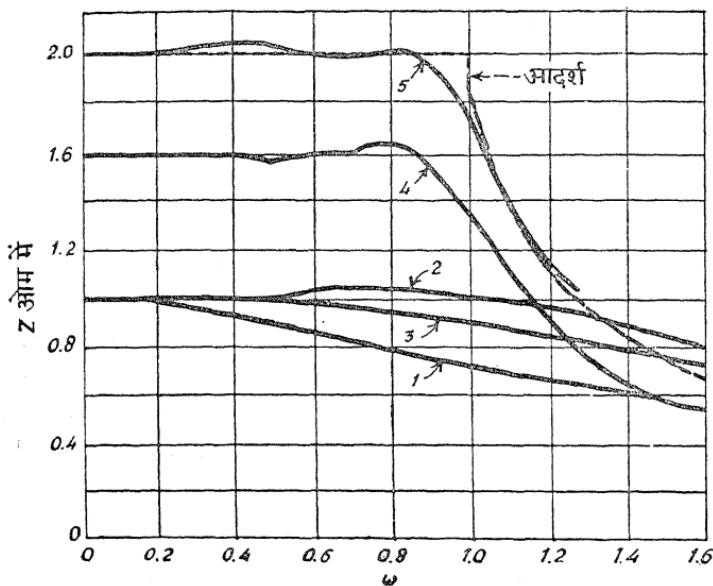
$$L'_b = 2\,L_b \qquad (३–५०)$$

$$C'_b = \frac{C_b}{2} \qquad (३–५१)$$

इसी प्रकार नियतांक–K परिच्छेद में

$$L' = \frac{L}{2} \qquad (३–५२)$$

तथा $$C' = \frac{C}{2} \qquad (३–५३)$$

चित्र ३–१४. द्वि-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक चक्र जिसमें तीन पूर्तिकारी अवयवों L_1, L_2 तथा C_4 का उपयोग किया गया है। इस चक्र की फिल्टर सिद्धान्त से उत्पत्ति की गयी है। यह चित्र ३–१३ का ही चक्र है, जिसमें L' तथा L'_a मिलकर केवल एक प्रेरकत्व L_1 हो गये हैं तथा C' और C'_a मिलकर पार्श्वधारिता C_1 हो गयी है।

वास्तविक मिश्रित चक्र में L' तथा L_a को मिलाकर केवल एक प्रेरकत्व, जो $L'+L'_a$ के बराबर हो, तथा दो 'इन-पुट' धारिताएँ मिलाकर C_1 के बराबर बना देते हैं। इस प्रकार अवयवों के मान निम्नलिखित हो जाते हैं—

$$C_1 = 2C' = \frac{2}{2\pi f_2 R_1} = \frac{1}{\pi f_2 R_1} = \frac{2}{\omega_2 R_1} \qquad (३–५४)$$

$$L_1 = L' + L'_a = \frac{L}{2} + \frac{mL}{2} = \frac{1{\cdot}6L}{2} = \frac{1{\cdot}6R_1}{\omega_2}$$

$$= \frac{1{\cdot}6 \times 2}{\omega_2^2\, C_1} = \frac{3{\cdot}2}{\omega_2^2\, C_1} = 0{\cdot}8\, R_1^2 C_1 \qquad (३–५५)$$

$$L_2 = L'_b = 2L_b = 2 \times 0{\cdot}266\ L = 0{\cdot}533\ L$$

$$= \frac{0 \cdot 533 R_1}{\pi f_2} = \frac{1 \cdot 067 R_1}{\omega_2} = \frac{1 \cdot 067 \times 2}{\omega_2^2 \ C_1}$$

$$= \frac{2 \cdot 133}{\omega_2^2 \ C_1} = 0 \cdot 533 \ R_1^2 \ C_1 \qquad (३–५६)$$

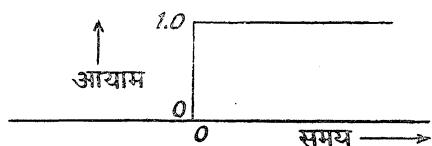
$$C_4 = C'_b = \frac{C_b}{2} = \frac{mC}{2} = \frac{0 \cdot 6}{2\pi f_2 R_1}$$

$$= \frac{0 \cdot 6}{\omega_2 \ R_1} = 0 \cdot 3 \ C_1 \qquad (३–५७)$$

चित्र ३–१५. द्वि-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक चक्रों का तुलनात्मक अध्ययन—
वक्र १. बिना पूर्तिकरण के, चित्र ३–२

वक्र २. एक पूर्तिकारी अवयव चित्र ३–४ जब $L_1 = \frac{R_1}{2\omega_2} = 0 \cdot 5 \ R_1^2 C_1$

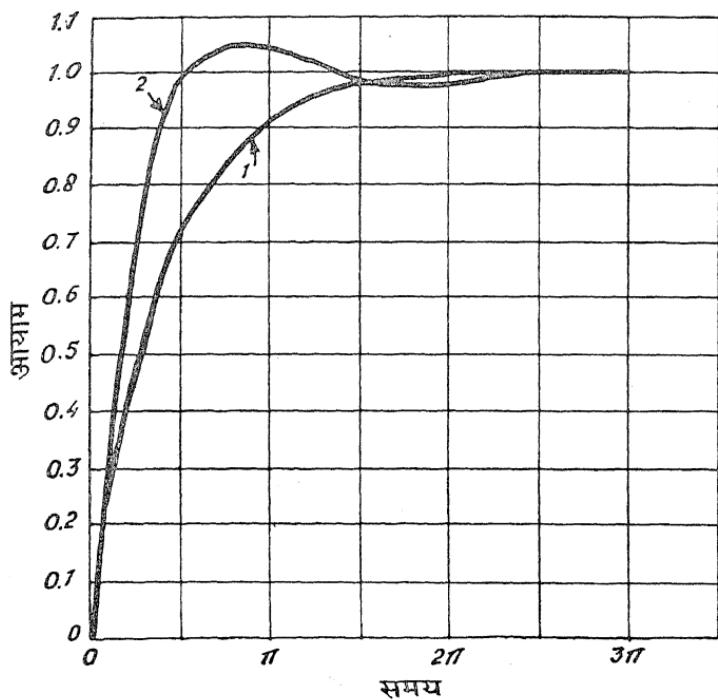
वक्र ३. एक पूर्तिकारी अवयव चित्र ३–४ जब $L_1 = R_1/3\omega_2 = 0 \cdot 33 \ R_1^2 C_1$

वक्र ४. दो पूर्तिकारी अवयव चित्र ३–९ जब $L_1 = 0 \cdot 6 \ \ R_1/\omega_2 = 0 \cdot 375 \ R_1^2 C_1$

वक्र ५. तीन पूर्तिकारी अवयव चित्र ३–१४ जब $L_1 = \frac{1 \cdot 6 \ R_1}{\omega_2} = 0 \cdot 8 \ R_1^2 C_1$

आदर्श वक्र, सैद्धान्तिक वक्र जो अनन्त पूर्तिकारी अवयवों के उपयोग से प्राप्य है।

इस जाल चक्र से प्राप्त लाभ-पट्ट चौड़ाई लाक्षणिक[1] लगभग आदर्श जैसे के निकट होगा। चित्र ३–१५ में एक ही चार्ट पर व्याख्या किये हुए अनेक जालचक्रों के आयाम तथा आवृत्ति के संबंधों को ग्राफ द्वारा प्रदर्शित किया गया है।

३–३. द्वि-पेचीय जालचक्र की क्षणिक प्रतिक्रिया (Transient Response of Two-terminal Networks)

वीडियो-आवृत्ति प्रवर्धकों का उपर्युक्त वर्णन स्थिर अवस्था[2] के लिए है। वास्तव में वीडियो संकेत अधिकतर स्पन्द किस्म[3] के संकेत होते हैं, अतः इनके लिए साधारणतया प्रयुक्त विश्लेषण विधि क्षणिक[4] विश्लेषण विधि है। यह मान लिया

चित्र ३–१६. दूरवीक्षण संकेत के वोल्टता लाक्षणिक का पद। उदाहरण के लिए काले से सफेद का एकाएक परिवर्तन।

गया है कि लगाया हुआ संकेत चित्र ३–१६ में प्रदर्शित की भाँति पदों[5] का बना होता है। एक आदर्श प्रवर्धक इन पदों को बिना किसी परिवर्तन के पुनरुत्पादित कर देगा। ऐसे प्रवर्धक में पट्ट चौड़ाई अनन्त होगी तथा जिसके लिए कला-कोण लाक्षणिक सरल रेखीय[6] होगा; प्रयोगात्मक प्रवर्धकों में पट्ट की चौड़ाई सीमित रहती है तथा इनमें कला-कोण लाक्षणिक भी सरलरेखीय नहीं होता। इन परिमितताओं का प्रभाव पुनरुत्पादित पद तरंग में अनेक प्रकार से प्रकट होता है। सर्वप्रथम तो पद का ढाल[7] कम हो जाता है। दूसरे, तरंग के स्थिर मान पर पहुँचने से

1. Gain bandwidth Characteristic, 2. Steady state, 3. Pulse type, 4. Transient. 5. Steps, 6. Linear. 7. Steepness.

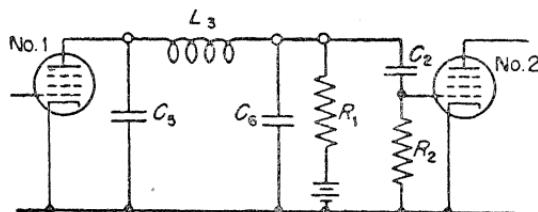
पहले उत्थान[1] के उच्चतम सिरे पर दोलन अपने आपको प्रकट कर सकते हैं। तीसरे ये दोलन वास्तव में इतने बड़े हों तथा इनमें इस प्रकार के कला-सम्बन्ध हों कि 'ओवर

चित्र ३–१७. उच्चावृत्ति पूर्तिकारक जालचक्रों के नमूने की क्षणिक प्रारूपिक प्रतिक्रियाएँ। वक्र १. पूर्तिकरणरहित। वक्र २. अकेला पूर्तिकारक पार्श्वशिखा[2] प्रेरकत्व $L_1 = 0 \cdot 5 R_1^2 C_1$। ध्यान से देखो, जब पूर्तिकरण प्रयुक्त किया जाता है, तो स्पन्द[3] की अगली कोर का झुकाव[4] बढ़ जाता है। इस चक्र में अवमन्दित[5] दोलनकारी 'ओवर शूट' उपस्थित है। यदि L को घटाकर $0{\cdot}25 R_1^2 C_1$ कर दिया जाय, तो कोई 'ओवर शूट' न रहेगा, मगर उत्थान का समय बढ़ जायगा।

1. Rise, 2. Shunt-peaking, 3. Slop, 4. Pulse, 5. Damped.

शूट'[१] उत्पन्न हो जाय, जिसमें पुनरुत्पादित तरंग का आयाम मूल पद तरंग के आयाम से अनेक दोलनों में अधिक होता है।

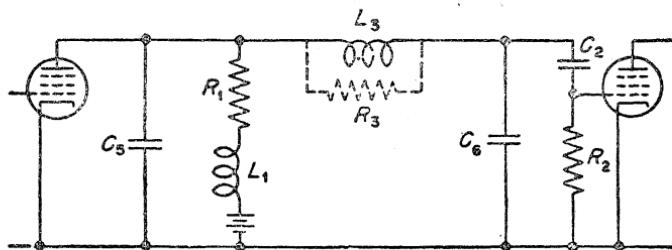
स्थावर अवस्था के आधार पर विवेचना किये गये जालचक्रों में से दो की क्षणिक प्रतिक्रिया के उदाहरणस्वरूप चित्र ३–१७ ऊपर वर्णन किये हुए प्रभावों को प्रदर्शित करता है।[२]

वक्र १ साधारण RC चक्र की क्षणिक प्रतिक्रिया है। इसमें न तो 'ओवर शूट' है और न दोलन। लेकिन उत्थान का समय अपेक्षया अधिक लम्बा है। वक्र २ पार्श्व-प्रेरकत्व किस्म के पूर्तिकारक चक्र की क्षणिक प्रतिक्रिया है। इस चक्र को चित्र ३–४ में प्रदर्शित किया गया है। इसमें $L_1 = R_1 \; 2\omega_2 = 0{\cdot}5 \, R_1{}^2 C_1$ इस चित्र में ६% 'ओवर शूट', अवमन्दित दोलन लेकिन अपेक्षया तीव्र उत्थान समय दिखाया गया है। उत्थान समय की गणना करने में यह रूढ़ि सी हो गयी है कि इसमें उस समय का विचार किया जाता है, जो अन्तिम आयाम के १०% आयाम से अन्तिम आयाम के ९०% तक बढ़ने में लगता है।

व्यापक रूप से उच्च आवृत्ति सीमा पर जितना ही तीक्ष्ण कट-आफ होता है, उतना ही अधिक ओवर-शूट तथा दोलन होता है। इसका कारण यह है कि ये दोलन वास्तव में लुप्त फोरियर[३] अवयवों के ऋणात्मक भाग को प्रदर्शित करते हैं, जो प्रेषित नहीं किये जाते। जब कट-आफ काफी शनैः-शनैः होता है, तो उच्चावृत्ति अवयवों में से अनेक प्रेषित हो जाते हैं, जिससे दोलनों के आयाम काफी कम हो जाते हैं। इस बात को ध्यान में रखते हुए यह स्वाभाविक प्रतीत होता है कि प्रवर्धक शृखला के प्रथम कुछ पद तो क्रमिक[४] कट-आफ वाले तथा अन्तिम पद तीक्ष्ण कट-आफ वाले चक्र के बनाये जायँ तथा जिनमें क्रमिक कट-आफ के क्षीण पट्ट[५] में वक्र का ढालू भाग आये। इस प्रकार सब दृष्टियों से बहुत कुछ सन्तोषजनक चित्र की प्राप्ति होगी, यदि दूरवीक्षण ग्राहक का i–f प्रवर्धक 3 Mc पर कट-आफ करने लगे तथा क्रमिक क्षीण वक्र के सहारे 4·5 Mc पर उच्च क्षीणता की ओर झुका हो। m-व्युत्पन्न मृत-अन्त[६] परिच्छेद की सहायता से वीडियो-आवृत्ति के प्रवर्धक की रचना की जा सकती है, जैसा चित्र ३–१३ में प्रदर्शित किया गया है, जिसमें कट-आफ आवृत्ति का चयन 4 Mc पर किया गया है, जिसके साथ के ढालू क्षीण वक्र को चित्र ३–१४ में प्रदर्शित किया गया है।

1. Over shoot, 2. Curve from Kallmann, Spencer and Singer, Transient Response, Proc. IRE, Vol. 33, No. 3, pp. 169-195, March, 1945, 3. Fourier, 4. Gradual, 5. Attenuation Band, 6. Dead end.

३–४. चार-पेचीय जालचक्र (Four Terminal Net Works)

यह स्पष्ट है कि इससे भी अधिक पद-लाभ प्राप्त होने की सम्भावना विद्यमान है, यदि यह सम्भव हो सके कि अकेली पार्श्वधारिता को दो छोटी-छोटी धारिताओं में पृथक्-पृथक् कर दिया जाय तथा प्रत्येक धारिता को एक मिश्रित फिल्टर के परिच्छेदों में शामिल कर दिया जाय, जिससे प्रत्येक पथ-पट्ट[1] में पार्श्वधारिताएँ श्रेणी-प्रेरकत्व चक्रों से अलग हो सकें। इस प्रकार की क्रिया को अन्तिम सीमा तक करते रहने से धारिता की प्रत्येक इकाई आकार में अत्यन्त सूक्ष्म हो जायगी और तदनुसार प्राप्त रचना एक सरल प्रेषण लाइन बन जायगी, जिसमें पार्श्वधारिता तथा श्रेणी-प्रेरकत्व का विभाजन एकसार रूप से होगा। इस प्रकार की लाइन की कोई उच्चावृत्ति सीमा नहीं होती, अतः सैद्धान्तिक रूप से इसके पथ-पट्ट की चौड़ाई अनन्त होगी।

व्यावहारिक रूप से, वास्तव में, सामूहिक धारिता का विचार करना चाहिए। लेकिन यह सम्भव है कि निर्वात-ट्यूब प्रवर्धकों को दो धारिताओं में विभाजित किया जा सके, जिसमें पहली धारिता प्रथम पद की आउट-पुट धारिता हो तथा दूसरी उत्तर पद की इन-पुट धारिता हो। जैसा चित्र ३–१८ में प्रदर्शित किया गया है, सरलतम समायोजन में एक निम्न-पथ π परिच्छेद होता है।

चित्र ३–१८. साधारण चार-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक जालचक्र। आकस्मिक धारिताओं C_5 और C_6 के बीच केवल अकेला पूर्तिकारक अवयव प्रेरकत्व L_3 लगा हुआ है। उत्तम फल प्राप्त करने के लिए C_5 का मान C_6 के दुगुने के बराबर होना चाहिए। उस दशा में अपूर्तिकारक चक्र की तुलना में १·५ गुना पद-लाभ प्राप्त हो सकता है। यह लाभ उस आवृत्ति तक प्राप्त हो सकेगा, जहाँ कि अपूर्तिकारक चक्र का अवबाधा $\omega = ०$ मान पर अपने मान का ०·७०७ हो गया है।

1. Pass Band.

इस चित्र में C_5 ट्यूब 1 पर कुल आउट-पुट पार्श्वधारिता तथा C_6 ट्यूब 2 पर कुल इन-पुट धारिता प्रदर्शित करती है। पहले की भाँति C_2, R_2 के मानों को इस प्रकार चुना जाता है, जिससे वे नगण्य भार[1] तथा इच्छित आवृत्ति पट्ट में नगण्य कला प्रभाव उत्पन्न करें। प्रतिरोध R_1 को, जिसमें फिल्टर का अन्त होता है, दोनों पार्श्वधारिताओं के सापेक्ष मान के अनुसार या तो C_5 के समानान्तर या C_6 के समानान्तर क्रम में सम्वन्धित किया जा सकता है। किसी-किसी दशा में इन दोनों स्थितियों में कुछ न कुछ प्रतिरोध का प्रयोग अच्छा रहता है।

यह देखा गया है[2] कि धारिताओं का सर्वोत्तम अनुपात $C_5/C_6 = 2 : 1$ है। इस शर्त के साथ चक्र अवयवों के निम्नलिखित मान प्राप्त होते हैं —

चित्र ३–१९. चार-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक जालचक्र, जिसमें दो पूर्तिकारक अवयवों L_1 तथा L_3 का उपयोग हो रहा है। यदि C_6 का मान C_5 के मान से दूना हो, तो लाभ १·८ होता है।

$$R_1 = \frac{1 \cdot 5}{\omega_2(C_5 + C_6)} \qquad (३–५८)$$

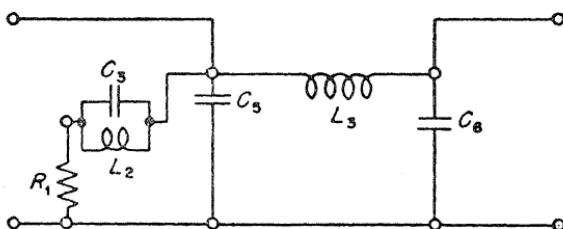
$$L_3 = 0 \cdot 67(C_5 + C_6)R_1^2 \qquad (३–५९)$$

$$C_5 = 2C_6 \qquad (३–६०)$$

यदि किसी प्रयोगात्मक प्रवर्धक में $C_6 = 2C_5$ हो, तो भी इसी प्रकार की गणना विधि लागू होती है। भेद केवल इतना है कि भार-प्रतिरोध R_1 को C_6 की अपेक्षा C_5 के समानान्तर क्रम में लगाते हैं।

इस प्रकार यह देखा जाता है कि द्वि-पेचीय जालचक्र से, जिसमें कुल पार्श्वधारिता समान हो तथा केवल एक ही पूर्तिकारक कुण्डली हो, प्राप्त लाभ का १·५ गुना लाभ

1. Loading. 2. Seeley, S. W. and C. N. Kimball Analysis and Design of Video Amplifiers, R C A, Rev. January, 1939.

प्राप्त हो सकता है। उस चक्र की आयाम-आवृत्ति प्रतिक्रिया तथा क्षणिक प्रतिक्रिया-लाक्षणिक अच्छा होता है।

एक दूसरा चार-पेचीय जालचक्र भी, जिसमें दो[1] पूर्तिकारक प्रेरकत्व उपयोग किये जाते हैं, काफी प्रचलन में है तथा और भी अधिक लाभ प्रदान करता है। चक्रस्थिरांक निम्न हैं—

$$R_1 = \frac{1 \cdot 8}{\omega_2(C_5 + C_6)} \quad (३–६१)$$

$$C_6 = 2C_5 \quad (३–६२)$$

$$L_1 = 0 \cdot 52R_1^2 \; (C_5 + C_6) \quad (३–६३)$$

$$L_3 = 0 \cdot 12R_1^2 \; (C_5 + C_6) \quad (३–६४)$$

चित्र ३–२०. एक अधिक विस्तृत चार-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक जालचक्र, जिसमें तीन पूर्तिकारक अवयवों L_2, L_3 तथा C_3 का उपयोग हो रहा है। जब $C_5 = 0 \cdot 8C_6$ तो लाभ ३·६ प्राप्त होता है।

कभी-कभी इस बात की आवश्यकता या इच्छा प्रतीत होती है कि प्रेरकत्व L_3 के समानान्तर में एक प्रतिरोध R_3 जोड़ दिया जाय, जो वास्तविक प्रयोगात्मक चक्रों में अनिच्छित दोलनों को रोक सके। इस प्रतिरोध का मान जाँच द्वारा ज्ञात किया जाता है, क्योंकि यह कुछ हद तक कुण्डली के Q तथा आत्म-धारिता पर निर्भर रहता है।

जैसा कि द्वि-पेचीय जालचक्रों के साथ देखा गया है, चार-पेचीय जालचक्रों का एक सिरा एक या दो परिच्छेद मृत-अन्त जालचक्र में बढ़ाया जा सकता है, जिससे और भी अधिक लाभ प्राप्त हो।

चित्र ३–४ में प्रदर्शित द्वि-पेचीय जालचक्र की अपेक्षा केवल एक परिच्छेद वाला

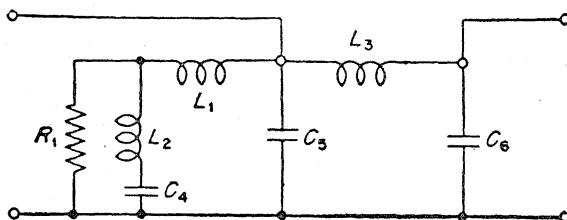
1. Foster and Rankin, Video Output Systems, RCA Rev. April, 1941.

मृत-अन्त जालचक्र ३·६ गुना लाभ प्रदान करेगा तथा दो परिच्छेद वाला मृत-अन्त जालचक्र सर्वाधिक लाभ ४·०० प्रदान करेगा, जो चार-पेचीय जालचक्र से प्राप्त आदर्श मान के बराबर है। चित्र ३–२० में केवल एक परिच्छेद वाला मृत-अन्त जालचक्र प्रदर्शित किया गया है, जिसमें निम्नलिखित अवयवों का प्रयोग किया गया है —

$$R_1 = \frac{3 \cdot 6}{\omega_2 (C_5 + C_6)} \qquad (३–६५)$$

$$C_5 = 0 \cdot 8 C_6 \qquad (३–६६)$$

$$L_3 = \frac{2R_1}{\omega_2} \qquad (३–६७)$$

$$L_2 = \frac{0 \cdot 6 R_1}{\omega_2} \qquad (३–६८)$$

$$C_3 = 0 \cdot 533 C_6 \qquad (३–६९)$$

चित्र ३–२१. एक चार-पेचीय उच्चावृत्ति पूर्तिकारक जालचक्र, जिसमें चार पूर्तिकारक अवयवों L_1, L_2, L_3 तथा C_4 का उपयोग हो रहा है। जब $C_5 = C_6$ होती है तो अधिकतर आवृत्ति पट्ट में ४·० का लाभ सम्भव है, जो $\omega = 0$ से $\omega = 1$ के सम्पूर्ण विस्तार में 'आदर्श' स्थिर मान ४·० के अति निकट पहुँच जाता है।

चित्र ३–२१ में एक दो परिच्छेद वाले मृत-अन्त चक्र को प्रदर्शित किया गया है, जिसमें निम्नलिखित अवयवों का प्रयोग किया गया है !

$$R_1 = \frac{4 \cdot 0}{\omega_2 (C_5 + C_6)} \qquad (३–७०)$$

$$C_5 = C_6 = \frac{2}{\omega_2 R_1} \qquad (३–७१)$$

$$C_4 = \frac{0 \cdot 6}{\omega_2 R_1} \qquad (३–७२)$$

$$L_1 = \frac{1 \cdot 6R_1}{\omega_2} \qquad (३–७३)$$

$$L_2 = \frac{1 \cdot 067R_1}{\omega_2} \qquad (३–७४)$$

$$L_3 = \frac{2R_1}{\omega_2} \qquad (३–७५)$$

अन्त के दो फिल्टर जालचक्रों का विकास निम्न-पथ फिल्टर परिच्छेदों से किया गया है। उदाहरण के लिए, चित्र ३–२१ में C_5, L_3 का एक अर्धभाग तथा C_6 का एक अर्ध भाग मिलकर एक नियतांक–K परिच्छेद बनाते हैं। एक नियतांक–K अर्ध परिच्छेद को m-व्युत्पन्न अर्ध परिच्छेद के साथ जोड़ने से L_1 की प्राप्ति होती है। C_5 का एक अर्ध भाग नियतांक-K परिच्छेद की पार्श्वधारिता की रचना करता है। पहले की भाँति एक अर्ध परिच्छेद संघनित्र[1] को C_6 के समानान्तर में जोड़कर परिच्छेद की समाप्ति की गयी है। इसका फल यह होता है कि C_6 मान में C_5 के बराबर हो जाती है तथा प्रत्येक मूल रूप निम्न पथ फिल्टर की पार्श्वधारिता के, जिसका मान समीकरण (३–३४) से प्राप्त होता है, बराबर हो जाती है।

यह बात निर्देश करने योग्य है कि चार-पेचीय जालचक्रों की कार्य-विधि संघनित्रों C_5 तथा C_6 के एक निश्चित अनुपात पर निर्भर रहती है। यह केवल भाग्य की बात होगी, यदि चक्र की धारिता आवश्यक अनुपात की पूर्ति करती है। यदि प्रयोगात्मक पद्धति में यह अनुपात आवश्यक अनुपात के बराबर न हो, तो बनाने के लिए यथाक्रम दो विधियाँ उपलब्ध हैं। सरलतम विधि में जान-बूझकर एक छोटे से स्थिर या समयानुकूल परिवर्तनशील संघनित्र को उस धारिता से जोड़ देते हैं, जो आवश्यक अनुपात उत्पन्न करने में कम पड़ती है। इस प्रकार के हल से कुल लाभ कम हो जायगा तथा पट्ट-चौड़ाई भी सीमित हो जायगी, क्योंकि पार्श्वधारिता को बढ़ाने से हमेशा प्राप्त होने वाला लाभ कम होता है। दूसरा, साधारणतया अच्छा हल यह है कि अनन्त क्षीणावृत्ति[2] को परिवर्तित किया जाय या m के मान को थोड़ा-सा परिवर्तित कर दिया जाय, जो गणना द्वारा प्राप्त फिल्टर की धारिताओं के अनुपात को चक्र में प्राप्त धारिताओं के अनुपात के अनुरूप कर दे।

1. Condenser, 2. Attenuation frequency.

३–५. निम्न-आवृत्ति पूर्तिकरण (Low-Frequency Compensation)

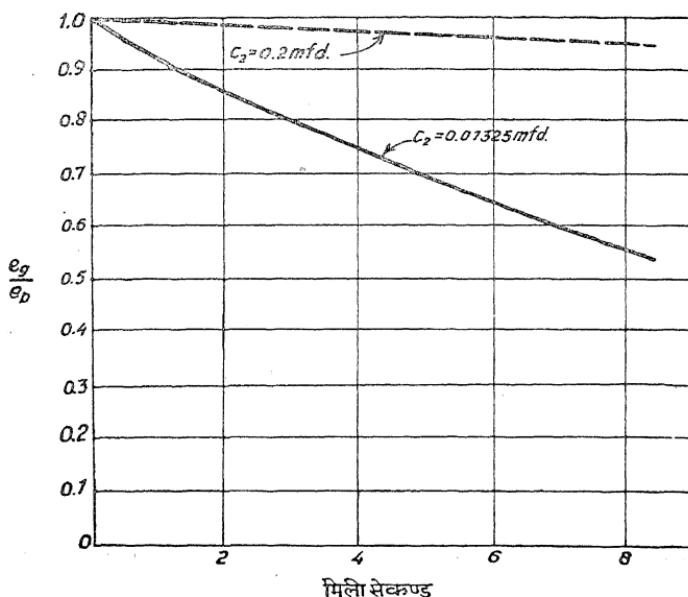
वीडियो-आवृत्ति पट्ट के उच्च आवृत्ति सिरे पर पूर्तिकरण के अतिरिक्त, निम्न आवृत्तियों पर भी एक ऐसा प्रभाव होता है, जिसका पूर्तिकरण आवश्यक है। निम्न आवृत्तियों पर प्लेट चक्र (चित्र ३–१८) संघनित्र C_2 द्वारा सामने वाले ग्रिड प्रतिरोध R_2 से जुड़ जाता है। यह संयोग निम्न-आवृत्ति कला-विस्थापन उत्पन्न करेगा। चक्र के इसी रूप में आयाम तथा कला और आवृत्ति लाक्षणिक निम्न-आवृत्ति विस्तार में निम्न समीकरण द्वारा दिया जाता है —

$$\frac{e_g}{e_p} = \frac{R_2}{R_2 - \frac{j}{\omega C_2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\omega^2 C_2{}^2 R^2{}_2}}} \angle \tan^{-1} \frac{1}{\omega C_2 R_2} \qquad (३–७६)$$

यह देखा गया है कि धारिता C_2 को R_2 की तुलना में बड़ा बनाना चाहिए या दूसरे शब्दों में C_2 का प्रतिकर्तृत्व[1] प्रतिरोध R_2 की तुलना में कम होना चाहिए। क्योंकि ग्राहक ट्यूबों में, R_2 को साधारणतया ६० चक्र/सेकण्ड पर १ मेग ओम से अधिक रखना सुरक्षित नहीं होता, C_2 का प्रतिकर्तृत्व २,००,००० ओम से अधिक नहीं होना चाहिए, यदि आयाम को ६० चक्र/सेकण्ड पर २% से अधिक न गिरने देना है। अतएव इस प्रकार की विचारधारा से C_2 का न्यूनतम मान निम्न होगा—

$$C_2 = \frac{1}{\omega \times C} = \frac{1}{2\pi 60(200{,}000)} = 0{\cdot}01325 \ \mu f \qquad (३–७७)$$

पुनः कला-विस्थापन की दृष्टि से, यह C R गुणनफल हमें निम्न कला-विस्थापन देगा—

$$\tan^{-1} \frac{1}{\omega C_2 \, R_2} = \tan^{-1} 0{\cdot}2 = 11{\cdot}3^0 \qquad (३–७८)$$

यह विस्थापन काफी है तथा दूरवीक्षण चित्र में किसी बड़े काले या सफेद क्षेत्र की 'शेड' में ऊर्ध्व विस्थापन के रूप में अपने आपको प्रकट कर देगा। इस कमी के विकृतकारी प्रभाव का एक अच्छा आभास इस बात पर विचार करने से हो सकता है कि जालचक्र से गुज़रने वाली एक वर्गाकार तरंग का क्या होता है। सरलता की दृष्टि से, एक साधारण पद क्रिया[2] को जालचक्र में लगाया जायगा तथा परिणामित

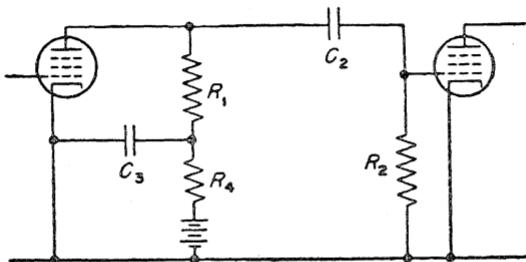
1. Reactance, 2. Step function.

वोल्टता को ०·००८३ सेकण्ड के लिए ग्राफ पर अंकित किया जायगा। यह समय ६० चक्र प्रति सेकण्ड पर अर्व चक्र का समय है। ग्रिड तथा प्लेट वोल्टता के अनुपात का समीकरण निम्न रूप ग्रहण कर लेता है—

$$\frac{e_g}{e_p} = \epsilon^{-t/R_2 C_2} \qquad (३–७९)$$

इस समीकरण का ग्राफ $R_2 = 10^6$ तथा $C_2 = 0 \cdot 01325 \times 10^{-6}$ के लिए चित्र ३–२२ में दिखाया गया है।

चित्र ३–२२. CR चक्र में लगायी गयी एक पद-श्रित[1] वोल्टता तरंग की क्षणिक प्रतिक्रिया, जो एक युग्मकारक संघनित्र C_2 और १ – मेग ओम के ग्रिड प्रतिरोध की बनी है। एक चित्र ऊँचाई से सम्बन्धित समय १/१२० सेकण्ड में वोल्टता हानि लगभग ५०% है, जब कि $C_2 = 0 \cdot 01325$ μf. C_2 को बढ़ाकर $0 \cdot 2$ μf कर देने से यह हानि घटकर केवल ४% रह जाती है।

इस प्रकार एक चित्र ऊँचाई के लिए आवश्यक समय में, संकेत में लगभग ५०% की हानि हो जाती है। यह असह्य है। अतएव C_2 को बढ़ाना चाहिए या इस प्रभाव का

1. Step function.

पूर्तिकरण होना चाहिए। यदि C_2 को बढ़ाकर ०·२ μf कर दिया जाय, तो चित्र ३-२२ के बिन्दुमय वक्र की प्राप्ति होती है। जो १/१२० सेकण्ड के पश्चात् केवल ४% की हानि प्रदर्शित करता है। यदि इस प्रकार के केवल एक या दो ही प्रवर्धन पद जालचक्र में हों, तो सम्भव है कि यह हानि सहन कर ली जाय। यदि किसी प्रकार, चक्र में ऐसे कई पद हों, तो बड़े और भारी जोड़ने वाले संघनित्रों के उपयोग से अच्छा यह है कि किसी पूर्तिकारक युक्ति का उपयोग किया जाय, क्योंकि युग्मकारक[1] संघनित्र के आवश्यक बड़े आकार के कारण इसकी पृथ्वी के सापेक्ष अधिक धारिता के कारण उच्चावृत्ति लाक्षणिक में दोष उत्पन्न होगा। आगे बढ़ने से पूर्व इस बात की ओर संकेत किया जाता है कि ०·२ μf का संघनित्र तथा १ मेग ओम का प्रतिरोध ६० चक्र प्रति सेकण्ड पर केवल ०·७६° का विस्थापन प्रकट करते हैं।

सर्वप्रथम निम्न आवृत्ति पूर्तिकारक चक्र, जिसका अध्ययन करना है, चित्र ३-२३ में प्रदर्शित किया गया है। इस चक्र में पूर्तिकरण C_3 और R_4 के जुड़ जाने के कारण होता है। अब ट्यूब का प्लेट प्रतिरोध अनन्त हो, तो विकृतिहीन प्रेषण के लिए

$$R_1C_3 = R_2C_2 \qquad (३-८०)$$

इस दशा में R_4 को यथासम्भव अधिक से अधिक बड़ा बनाया जाता है। उदाहरण के लिए, मान लो कि दोनों ट्यूब 6 AC 7 पाँच इलेक्ट्रोड वाले हैं। ट्यूब तथा इधर-

चित्र ३-२३. दो पूर्तिकारक अवयवों C_3 तथा R_4 का उपयोग करने वाला निम्न आवृत्ति पूर्तिकारक चक्र। जब सम्बन्ध $R_1C_3 = R_2C_2$ सत्य होता है और R_4C_3 काफी अधिक होता है, तो निम्न आवृत्ति हानि, संघनित्र युग्मकारक चक्र के कारण, नगण्य की जा सकती है।

1. Coupling.

उधर की धारिताएँ मिलकर लगभग 25 $\mu\mu f$ होती हैं। 4 Mc की उच्च आवृत्ति सीमा के लिए प्रतिरोध R_1 समीकरण (३–१२) से निम्नलिखित हो जाता है—

$$R_1 = \frac{1}{2\pi f_2 C_1} = \frac{1}{2\pi(4)10^6(25)10^{-12}}$$

$$=1,590 \text{ ओम} \qquad (३–८१)$$

इस प्रकार यदि $R_2 = 16^6$ ओम तथा $C_2 = 10^{-6}$ हो तो समीकरण (३–८०) से

$$C_3 = \frac{R_2 C_2}{R_1} = \frac{1}{1,590} = 628 \times 10^{-6} \text{ फैराड} \qquad (३–८२)$$

स्पष्ट है कि C_3 का यह बड़ा मान अनुचित रूप से बड़ा है। यह मानते हुए कि C_3 सीमित करने वाला अवयव है, न कि C_2, C_3 का स्पष्टीकरण करना चाहिए, इसके दिये रहने पर C_2 का मान गणना द्वारा निकाल लेना चाहिए। C_3 का एक उचित मान $30\mu f$ है, क्योंकि इलेक्ट्रोलैटिक संघनित्र की धारिता का यह साधारणतया मान है। इस प्रकार C_2 का मान निम्न होगा—

$$C_2 = \frac{C_3 R_1}{R_2} = \frac{30 \times 10^{-6} \times 1,590}{10^6} = 0{\cdot}0477 \times 10^{-6} \text{ फैराड} \quad (३–८३)$$

अब R_4 को १०,००० ओम बनाया जा सकता है और १० मिली एम्पियर की साधारण प्लेट धारा पर केवल १०० वोल्ट की हानि की जा सकती है। प्लेट पर दी जाने वाली वोल्टता २५० वोल्ट हो सकती है, जिससे एनोड पर १५० वोल्ट प्रभावकारी[1] वोल्टता शेष रह जायगी।

कला-कोण, जिससे हमारा सम्बन्ध है, R_2C_2 चक्र के कला-कोण तथा $R_1C_3R_4$ चक्र के कला-कोण का योग है। चक्र R_2C_2 का कला-कोण निम्न समीकरण से दिया जाता है—

$$\alpha = \tan^{-1}\frac{1}{\omega C_2 R_2} \qquad (३–८४)$$

तथा $R_1C_3R_4$ चक्र का कला-कोण निम्न समीकरण से दिया जाता है—

$$\beta = \tan^{-1}\frac{-\omega C_3 R_4^2}{R_1 + R_4 + R_4^2\omega^2 C_3^2 R_1} \qquad (३–८५)$$

1. Effective.

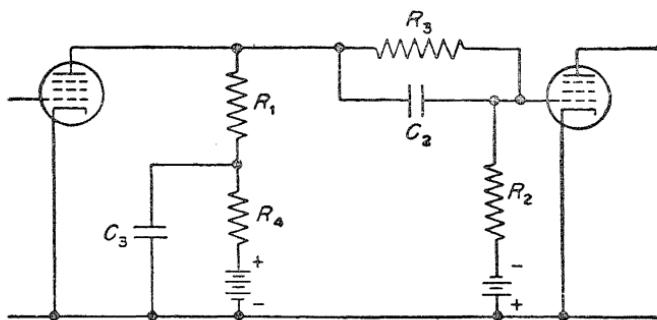
क्योंकि हमें α और β के योग को ज्ञात करना है, अतः सम्बन्ध

$$\tan(\alpha+\beta)=\frac{\tan\alpha+\tan\beta}{1-\tan\alpha\tan\beta} \qquad (३–८६)$$

का प्रयोग किया जा सकता है। समीकरण (३–८६) में समीकरण (३–८४) तथा (३–८५) को स्थापित करने से, क्योंकि $R_1C_3=R_2C_2$ है,

$$\tan(\alpha+\beta)=\frac{R_1+R_2}{\omega C_2R_2(R_1+R_4+R_1R_4^2\omega^2C_3^2)+\alpha C_3R_4^2} \qquad (३–८७)$$

समयान्तर निम्नलिखित से प्राप्त होता है—

$$t=\frac{\alpha+\beta}{2\pi f} \qquad (३–८८)$$

इस प्रकार ६० चक्र प्रति सेकण्ड के लिए और $R_1=1590$, $R_2=10^6$ $R_4=10^4$, $C_2=0{\cdot}0477\times10^{-6}$ तथा $C_3=30\times10^{-6}$ होने पर $(\alpha+\beta)$ का मान निम्न हो जाता है—

$$\tan(\alpha+\beta)=0{\cdot}000301 \qquad (३–८९)$$

जिसमें से $\alpha+\beta=0{\cdot}000301$ रेडियन

$$=0{\cdot}01725^\circ \qquad (३–९०)$$

चित्र ३–२४. निम्न आवृत्ति पूर्तिकारक चक्र, जिसमें तीन पूर्तिकारक अवयवों C_3, R_3 तथा R_4 का उपयोग किया गया है। यदि सम्बन्ध $\frac{R_1}{R_2}=\frac{R_4}{R_3}=\frac{C_2}{C_3}$ को सन्तुष्ट कर दिया जाय, तो d_c तक, d_c को शामिल करते हुए, बिल्कुल ठीक पूर्तिकरण सम्भव है।

यह कला-विस्थापन $C_2=0{\cdot}2\ \mu f$ के लिए अपूर्तिकारक चक्र के कला-विस्थापन से ४३ गुना कम है। १२० सेकण्ड लम्बाई की वर्गाकार तरंग की प्रतिक्रिया इस प्रकार की है, जिससे समतलता से ०·१% से कम या १००० में १ भाग से कम का हटाव होता है। आवृत्ति प्रतिक्रिया लाक्षणिक भी बहुत अच्छी होती है। ६० चक्र प्रति सेकण्ड पर प्रतिक्रिया १० लाख में १ भाग से भी कम से नीची रहती है।

चित्र ३–२४ में एक दूसरे प्रकार का निम्न आवृत्ति पूर्तिकरण प्रदर्शित किया गया है—

यह चक्र चित्र ३–२३ में प्रदर्शित चित्र के बिल्कुल समान है, केवल भेद इतना है कि इसमें युग्मकारक धारिता C_2 के समानान्तर एक प्रतिरोध R_3 जोड़ दिया गया है। इस योग से निम्न आवृत्ति पूर्तिकरण शून्य आवृत्ति तक, शून्य को शामिल करते हुए, प्रयोगात्मक रूप से पूर्ण पूर्तिकरण प्राप्त होता है।

यदि यह मान लिया जाय कि $R_2 \gg R_1$ है, तो पहले ट्यूब की अवबाधा निम्न हो जाती है—

$$Z=R_1-\frac{jR_4X_3}{R_4-jX_3} \qquad (३–९१)$$

जहाँ $X_3=\dfrac{1}{\omega C_3}$

अतएव यदि पहले ट्यूब में प्लेट धारा i_p हो, तो Z के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता $i_p Z$ होगी। अब $i_p Z$ का वह भाग, जो अन्तिम रूप से आगे वाले पद की ग्रिड पर लगता है, निम्न है—

$$\frac{e_g}{i_p Z}=\frac{R_2}{R_2-\dfrac{jR_3X_2}{R_3-jX_2}} \qquad (३–९२)$$

समीकरण (३–९२) में Z का मान समीकरण (३–९१) से रखकर e_g के लिए हल करने से

$$e_g=i_p R_2\left[\frac{R_1-\dfrac{jR_4X_3}{R_4-jX_3}}{R_2-\dfrac{jR_3X_2}{R_3-jX_2}}\right] \qquad (३–९३)$$

यह स्पष्ट है कि e_g को किसी भी आवृत्ति पट्ट चौड़ाई[1] के लिए एकसार बनाया जा सकता है, यदि उक्त समीकरण में कोष्ठक[2] के अन्दर वाले भाग के हर[3] और अंश[4] दोनों की वक्रता[5] एक सी कर दी जायँ। अंश को हर X एक नियतांक[6] K बराबर रखने से

$$R_1 - \frac{jR_4X_3}{R_4 - jX_3} = K \left(R_2 - \frac{jR_3X_2}{R_3 - jX_2}\right) \qquad (३-९४)$$

प्रत्येक के वास्तविक[7] भागों को बराबर करने से

$$R_1 = KR_2 \text{ या } K = \frac{R_1}{R_2} \qquad (३-९५)$$

तथा प्रत्येक के काल्पनिक[8] भागों को समीकृत करने से

$$\frac{R_4X_3}{R_4 - jX_3} = K \left(\frac{R_3X_2}{R_3 - jX_2}\right) \qquad (३-९६)$$

समीकरण (३–९६) में मान लिया कि आवृत्ति शून्य हो जाती है, तब

$$R_4 = KR_3 \text{ या } K = \frac{R_4}{R_3} \qquad (३-९७)$$

तथा समीकरण (३–९६) में मान लिया कि आवृत्ति अनन्त हो जाती है, तो

$$X_3 = KX_2 \text{ या } K = \frac{X_3}{X_2} = \frac{C_2}{C_3} \qquad (३-९८)$$

इस प्रकार समीकरणों (३–९५), (३–९७) तथा (३–९८) की सहायता से

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} = \frac{C_2}{C_3} \qquad (३-९९)$$

यह समीकरण d_c तक, d_c को शामिल करते हुए, एकसार प्रेषण करने की आवश्यक शर्त को प्रदर्शित करता है।

उदाहरण के लिए, मान लो कि प्रवर्धक ट्यूब 6 SJ 7 के हैं। उच्चावृत्ति पूर्ति-

1. Frequency Bandwidth, 2. Brackets, 3. Denominator, 4. Numerator, 5. Curvature, 6. Constant, 7. Real, 8. Imaginary,

करण[1] के लिए मान लिया कि $R_1=2{,}000$ ओम, $R_2=100{,}000$ ओम, जो एक ग्रिड प्रतिरोधक[2] के लिए उचित मान है। यदि प्लेट को दी जाने वाली वोल्टता २५० वोल्ट हो, तो ट्यूब लाक्षणिकों[3] का निरीक्षण करने पर पता चलता है कि R_4 में १५० वोल्ट तक का गिराव सहन किया जा सकता है। क्योंकि ट्यूब की प्लेट धारा ३ मिली आम्पियर है,

$$R_4=\frac{E}{I}=\frac{150}{0\cdot003}=50{,}000 \text{ ओम} \qquad (३–१००)$$

समीकरण (३–९९) में R_3 के हल के लिए

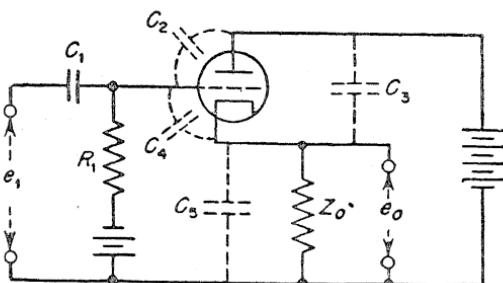
$$R_3=\frac{R_2R_4}{R_1}=\frac{10^5\times5\times10^4}{2\times10^3}=2\cdot5\times10^6 \text{ ओम} \qquad (३–१०१)$$

यदि C_3 को $0\cdot5\ \mu f$[4] के बराबर बना दिया जाय, तो

$$C_2=\frac{R_1C_3}{R_2}=\frac{2\times10^3\times0\cdot5\times10^{-6}}{10^5}=0\cdot01\mu f \qquad (३–१०२)$$

सब मान उचित तथा व्ययरहित हैं। ग्रिड पर एक धनात्मक d-c बायस[5] लग जाती है, जिसका मान निम्न है—

$$E_c=\frac{[E_b-i_p(R_1+R_4)]R_2}{R_2+R_3}=3\cdot62 \text{ वोल्ट} \qquad (३–१०३)$$

इसलिए साधारण बायस बैटरी को—३ वोल्ट से—६·६२ वोल्ट तक बढ़ाना पड़ेगा, जिससे यह धनात्मक बायस के प्रभाव को शिथिल कर सके। यह d-c सम्बन्ध d-c प्रवर्धकों में होने वाली बुराइयों से युक्त नहीं है, क्योंकि इसमें प्लेट वोल्टता का केवल १·४५% भाग ही ग्रिड तक कोलाहल[6] उत्पन्न करने के लिए लगता है। इसके अतिरिक्त जालचक्र C_3R_4 के वियुग्मकारी[7] प्रभाव के कारण दी जाने वाली वोल्टता में शीघ्रता से होने वाले परिवर्तन फिल्टर हो जाते हैं।

यदि इस बात की आवश्यकता हो कि पहले ट्यूब की प्लेट से कोई भी d-c ग्रिड पर न लगे, तो चित्र ३–२४ के चक्र का परिवर्तन किया जा सकता है। इसमें R_3 को दो बराबर भागों में विभक्त करके दोनों अर्ध भागों के बीच एक बहुत अधिक धारिता[8] वाला संघनित्र[9] लगाया जाता है। इस संघनित्र की पृथ्वी के सापेक्ष धारिता,

1. High Frequency Compensation, 2. Resistor, 3. Characteristics, 4. Microfarad, 5. Bias, 6. Disturbance, 7. Decoupling, 8. Capacity, 9. Capacitor.

चक्र की क्रिया को बिना प्रभावित किये हुए, अधिक हो सकती है, क्योंकि उच्चावृत्तियों के लिए इस पथ का उपयोग अब नहीं किया जाता।

३–६. कैथोड अनुगामी (Cathode Follower)

ट्रायोड-प्रवर्धक[1] ट्यूब का यह एक विशेष सम्बन्ध चक्र है, जिसका उपयोग सापेक्षतया अधिक अवबाधा वाली[2] वोल्टता का निम्न-अवबाधा के लोड[3] से युग्म करने में होता है, जिससे न तो ट्रान्सफार्मर[4] की आवश्यकता होती है और न वोल्टता में अधिक ह्रास होता है। एक प्रकार से कैथोड अनुगामी को 'धारा' प्रवर्धक के रूप में मान सकते हैं। साधारणतया प्रयुक्त होने वाले कैथोड अनुगामी के चक्र को चित्र ३–२५ में प्रदर्शित किया गया है, इस चित्र में

चित्र ३–२५. ट्रायोड का कैथोड अनुगामी के रूप में सम्बन्ध। इन-पुट e_1 के रूप में दी जा रही है तथा आउट-पुट e_0 के रूप में प्रकट होती है।

$C_2 = C_{gp}$ (३–१०४)

$C_3 = C_{pk}$ (३–१०५)

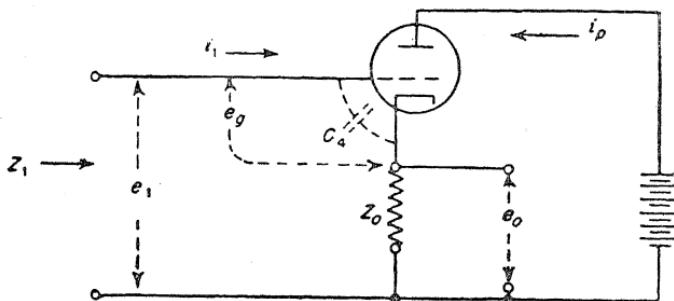
$C_4 = C_{gk}$ (३–१०६)

$C_5 = C_k$-ground (३–१०७)

Z_0 = लोड की अवबाधा[5]

अब यह अध्ययन किया जायगा कि चक्र की स्थिर राशियों[6] पर इस युक्ति का व्यवहार किस प्रकार निर्भर करता है। सबसे पहली महत्त्वपूर्ण बात यह है कि आउट-

1. Triode-amplifier, 2. Impedance, 3. Load, 4. Transformer, 5. Impedance, 6. Parameters.

पुट[1] वोल्टता e_0 के लाक्षणिकों[2] को इन-पुट[3] वोल्टता e_1 तथा चक्र के स्थिरांकों के फलन[4] के रूप में निर्धारित किया जाय। इस अध्ययन के लिए निम्नलिखित स्थिर राशियों की भी आवश्यकता पड़ती है—

r_p = ट्यूब का प्लेट प्रतिरोध
μ = ट्यूब का प्रवर्धन-गुणांक[5]
i_p = ट्यूब की प्लेट धारा
e_g = ग्रिड तथा कैथोड के मध्य वोल्टता।

प्रारम्भिक अध्ययन को सरल बनाने के लिए यह मान लिया जायगा कि युग्मकारी संधनित्र C_1 तथा ग्रिड लीक[6] प्रतिरोध R_1 का ट्यूब को दी जाने वाली इन-पुट वोल्टता को निर्धारित करने में कोई विशेष महत्त्व नहीं है। इसी कारण C_2 को भी नगण्य माना जा सकता है, क्योंकि यह वास्तव में R_1 के समानान्तर क्रम में है; इसी

चित्र ३–२६. इन-पुट अवबाधा Z_1 की गणना में प्रयुक्त की भाँति धारा तथा वोल्टता सहित कैथोड-अनुगामी का चक्र।

प्रकार C_3 भी संधनित्र C_5 के समानान्तर में है, अतः C_5 के साथ ली जा सकती है। Z_0 के उचित परिवर्तन से C_5 तथा C_3 को इसी में शामिल किया जा सकता है, अतएव Z_0 को इतना व्यापक माना जा सकता है, जिससे वह इन सब धारिताओं को अपने आप में शामिल कर सके। इस प्रकार चित्र ३–२५ का विद्युत्-चक्र सरल होकर चित्र ३–२६ में प्रदर्शित चक्र का रूप ग्रहण कर लेता है।

1. Output, 2. Characteristics, 3. Input, 4. Function, 5. Amplification factor, 6. Grid-leak.

निम्नलिखित समीकरण चक्र में लागू होंगे—

$$e_g = e_1 - e_0 \quad (३–१०८)$$

$$Z_1 = \frac{e_1}{i_1} \quad (३–१०९)$$

$$i_1 = \frac{e_1 - e_0}{Z_4} \quad (३–११०)$$

$$i_p = \frac{\mu e g - e_0}{r_p} \quad (३–१११)$$

$$e_0 = (i_1 + i_p) Z_0 \quad (३–११२)$$

e_0 के लिए हल करने के लिए समीकरण (३–११०) तथा (३–१११) को समीकरण (३–११२) में रखने से

$$e_0 = \left(\frac{e_1 - e_0}{Z_4} + \frac{\mu e g - e_0}{r_p}\right) Z_0 \quad (३–११३)$$

e_g के लिए समीकरण (३–११३) को समीकरण (३–१०८) में रखने से

$$e_0 = \left[\frac{e_1 - e_0}{Z_4} + \frac{\mu(e_1 - e_0) - e_0}{r_p}\right] Z_0 \quad (३–११४)$$

समीकरण (३–११४) को e_0 के लिए हल करने से

$$e_0 = e_1 \left[\frac{Z_0 \ (\mu Z_4 + r_p)}{Z_o \ [r_p + (\mu + 1) \ Z_4] + Z_4 r_p}\right] \quad (३–११५)$$

यह पूर्ण हल है। बहुधा $Z_4 \gg r_p$, अतः इस दशा में समीकरण संक्षिप्त होकर निम्न रूप धारण कर लेता है—

$$e_o = \frac{e_1 Z_o \mu Z_4}{[Z_o \ (\mu + 1) + r_p] Z_4}$$

$$= \frac{e_1 \mu Z_o}{r_p + Z_o (\mu + 1)} \quad (३–११६)$$

जब $Z_o \to \infty$ होता है, तो लाभ[1] की सर्वोच्च सीमा प्राप्त होती है। समीकरण (३–११६) से

1. Gain.

$$\text{सर्वाधिक मान } \frac{e_o}{e_1} = \frac{\mu}{\mu+1} \qquad (३–११७)$$

इसलिए उपर्युक्त दशाओं में आउट-पुट वोल्टता हमेशा इन-पुट वोल्टता से कम रहती है। समीकरण (३–११६) को एक विशिष्ट दशा[1] के लिए हल किया जा सकता है, जिसमें संघनित्र C_5 प्रतिरोध R के समानान्तर क्रम में हो। यह Z_o की अत्यधिक प्रचलित बनावट है। इस प्रकार यदि $g_m = \mu/r_p$ तो

$$\frac{e_o}{e_1} = \frac{1}{1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{Z_o g_m}} = \frac{1}{1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{g_m}\left(\frac{1}{R}+j\omega C_5\right)}$$

$$= \frac{1}{1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{Rg_m}+\frac{j\omega C_5}{g_m}} \qquad (३–११८)$$

ϕ कोण पर एक दिष्ट[2] की भाँति व्यक्त करने से

$$\frac{e_0}{e_1} = \frac{1}{\sqrt{\left(1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{Rg_m}\right)^2+\frac{\omega^2 C_5^2}{g_m}}} \angle \tan^{-1} - \left(\frac{\omega C_5}{g_m+\frac{1}{R}+\frac{1}{r_p}}\right) \qquad (३–११९)$$

यदि 'कट-आफ' आवृत्ति पर 3db की हानि मान ली जाय या आउट-पुट को शून्यावृत्ति की आउट-पुट का ०·७०७ गुना मान लिया जाय, तो

$$1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{Rg_m} = \frac{\omega C_5}{g_m} \qquad (३–१२०)$$

ω के लिए हल करने पर तथा इसको ω_2 कहने पर, कट-आफ आवृत्ति f_2 होने पर

$$\omega_2 = \frac{g_m}{C_5}\left(1+\frac{1}{\mu}+\frac{1}{Rg_m}\right)$$

$$= \frac{1}{C_5}\left(g_m+\frac{1}{r_p}+\frac{1}{R}\right)$$

$$\text{या } f_2 = \frac{1}{2\pi C_5}\left(g_m+\frac{1}{r_p}+\frac{1}{R}\right) \qquad (३–१२१)$$

उदाहरण के लिए, मान लिया कि ट्यूब 6AC7 थे, जो ट्रायोड की भाँति सम्बन्धित

1. Specific Case, 2. Vector.

थे। $g_m = 10^{-2}$, $r_p = 3{,}000$, $\mu = 30$ यह भी मान लिया कि ट्यूब ५० ओम प्रतिरोध में काम करेंगे तथा $C_5 = 10^{-11}$ तब कट-आफ आवृत्ति

$$f_2 = \frac{1}{2\pi \times 10^{-11}}\left(10^{-2} + \frac{1}{3{,}000} + \frac{1}{50}\right)$$

$$\cong 480 \text{ Mc.} \qquad (३-१२२)$$

यदि समीकरण (३-१२१) का हर R के लिए किया जाय, जिससे किसी भी 'कट-आफ'[1] आवृत्ति के लिए R के सर्वाधिक मान का उपयोग किया जा सके, तो निम्नलिखित फल प्राप्त होगा—

$$R = \frac{1}{2\pi f_2 C_5 - \frac{1}{r_p} - g_m} \qquad (३-१२३)$$

यह बात विशेष प्रकार से ध्यान देने योग्य है कि यदि f_2 का मान बहुत कम कर दिया जाय, तो ०·७०७ की प्रतिक्रिया[2] प्राप्त करने के लिए R ऋणात्मक हो जायगा। $R = \infty$ (अनन्त[3]) प्रतिरोध के लिए धनात्मक से ऋणात्मक का परिवर्तन होता है। इस प्रकार f_2 के लिए हल करने से

$$2\pi f_2' C_5 = \frac{1}{r_p} + g_m$$

$$f_2' = \frac{1}{2\pi C_5}\left(\frac{1}{r_p} + g_m\right) \qquad (३-१२४)$$

ऊपर वर्णन किये हुए 6AC7 के लिए

$$f_2' = \frac{1}{2\pi 10^{-11}}\left(\frac{1}{3{,}000} + 10^{-2}\right)$$

$$\cong 160 \text{ Mc.} \quad \text{(मैगा साइकिल)} \qquad (३-१२५)$$

यह पीछे से प्राप्त किये हुए फल पहले की हुई कल्पना $Z_4 \gg r_p$ के अनुसार हैं। 480 Mc. पर यह सत्य नहीं हैं, वास्तव में C_4 लगभग $4\mu\mu F$ (माइक्रो माइक्रो फैराड) है, जिससे अनुमानतः 13·2 Mc. पर $Z_4 = r_p$ हो जायगा। अतएव इस उदाहरण में, समीकरण (३-१२२) तथा (३-१२५) से प्राप्त फल अप्रमाणित[4] हो जायेंगे, जब तक कि C_4 शून्य के बराबर न हो। यदि Z_4 को गणना में लिया जाता है, तो समीकरण

1. Cut-off, 2. Response, 3. Infinity, 4. Invalid.

(३–११५) को सीधे e_0/e_1 के लिए हल किया जा सकता है, इस दशा में (यदि $Z_0 = R, C_5$)

$$\frac{e_0}{e_1} = \frac{\dfrac{1}{\dfrac{1}{R}+j\omega C_5}\left(-\dfrac{j\mu}{\omega C_4}+r_p\right)}{\dfrac{1}{\dfrac{1}{R}+j\omega C_5}\left[r_p - j\dfrac{(\mu+1)}{\omega C_4}\right] - j\dfrac{r_p}{\omega C_4}}$$

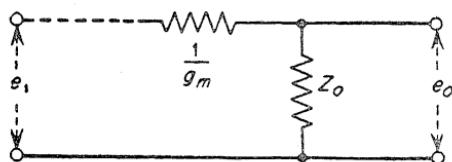
$$= \frac{1 - j\dfrac{g_m}{\omega C_4}}{1+\dfrac{C_5}{C_4} - \dfrac{j}{\omega C_4}\left(g_m + \dfrac{1}{r_p} + \dfrac{1}{R}\right)} \qquad (३–१२६)$$

एक विशेष दशा उपस्थित होती है, यदि

$$\frac{C_5}{C_4} = \frac{1}{\mu} + \frac{1}{g_m R} \qquad (३–१२७)$$

$\dfrac{C_5}{C_4}$ के लिए समीकरण (३–१२७) को समीकरण (३–१२६) में संस्थापित करने से

$$\frac{e_0}{e_1} = \frac{1}{1+\dfrac{1}{\mu}+\dfrac{1}{g_m R}} \qquad (३–१२८)$$

इस प्रकार लाभ[1] आवृत्ति पर आश्रित नहीं होता।

जब $Z_4 >> r_p$ समीकरण (३–११६) आउट-पुट[2] वोल्टता देता है। वोल्टता-लाभ अनुपात की भाँति व्यक्त करने से समीकरण (३–११६) निम्न रूप धारण कर लेता है।

$$\frac{e_0}{e_1} = \frac{Z_0}{\dfrac{r_p}{\mu} + \dfrac{Z_0(\mu+1)}{\mu}}$$

$$\cong \frac{Z_0}{\dfrac{1}{g_m} + Z_0} \qquad (३–१२९)$$

1. Gain, 2. Output.

इस सम्बन्ध को चित्र ३–२७ के तुल्य[1] चक्र से विवरण[2] में प्रदर्शित किया जा सकता है। इसमें उत्पादक[3] वोल्टता को, जो परिमाण में e_1 के बराबर है, लोड-अव-

चित्र ३–२७. कैथोड अनुगामी में e_0 तथा e_1 के अनुमानतः अनुपात की गणना करने के लिए तुल्य चक्र। जब ट्यूब का प्रवर्धन गुणांक[4] μ का मान १ की तुलना में काफ़ी अधिक होता है तो यह मान अनुमानतः सबसे अधिक शुद्ध बैठता है।

बाधा[5] Z_0 से उत्पादक की आन्तरिक अवबाधा $1/g_m$ द्वारा सम्बन्धित दिखलाया गया है। $1/g_m$ का मान साधारणतया १०० से ५०० ओम के बीच होता है। इस कारण यह आसानी से समझा जा सकता है कि इतने कम उत्पादक प्रतिरोध के होते हुए भी यह क्रिया सापेक्षतया कम लोड-अवबाधा के साथ भी अच्छी दक्षता[6] प्राप्त करके उपयोग में लायी जा सकती है।

कैथोड अनुगामी[7] की 'इन-पुट' अवबाधा भी ध्यान देने योग्य है। विद्युत्-चक्र को चित्र ३–२६ में प्रदर्शित किया गया है तथा समीकरण (३–१०९) को विकसित किया जा सकता है।

$$Z_1 = \frac{e_1}{i_1} \qquad (३–१२९)$$

समीकरण (३–१०९) में समीकरण (३–११०) से i_1 का मान रखने पर

$$Z_1 = \frac{e_1}{\frac{e_1 - e_0}{4}} = \frac{Z_4}{1 - \frac{e_0}{e_1}} \qquad (३–१३०)$$

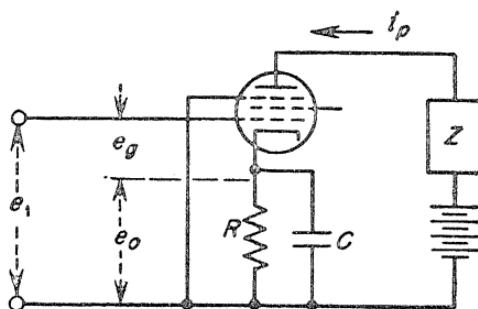
$\frac{e_0}{e}$ के लिए समीकरण (३–१२९) को समीकरण (३–१३०) में रखने पर,

1. Equivalent, 2. Schematically, 3. Generator, 4. Amplification factor, 5. Load impedance, 6. Efficiency, 7. Cathod follower.

$$Z_1 = \frac{Z_4}{1 - \frac{Z_0}{\frac{1}{g_m} + \frac{Z_0(\mu+1)}{\mu}}}$$

$$= Z_4\left(1 + \frac{1}{\frac{1}{g_m Z_0} + \frac{1}{\mu}}\right) \qquad (३–१३१)$$

इस समीकरण से ज्ञात होता है कि समीकरण (३–१३१) के कोष्ठक[1] में द्वितीय पद द्वारा Z_1 का मान साधारण Z_4 के मान से बढ़ जाता है। यह वृद्धि काफी हो सकती है। उदाहरण के लिए, यदि $g_m = 10^{-2}$, $Z_0 = 10^3$ ओम तथा $\mu = 30$ हो, तो

$$Z_1 = Z_4\left(1 + \frac{1}{\frac{1}{10^{-2} \times 10^3} + \frac{1}{30}}\right)$$

$$= Z_4(1 + 7{\cdot}5) = 8{\cdot}5 Z_4 \qquad (३–१३२)$$

इस प्रकार यदि $Z_4 = 10,000$ ओम का प्रतिकर्तृत्व[2] हो, तो इसका मान 85,000 ओम हो जायगा, या यदि Z_4, 5 $\mu\mu$F की भौतिक धारिता[3] के बराबर हो तो इसका मान केवल $\frac{5}{8{\cdot}5} = 0{\cdot}59\ \mu\mu$ F हो जायगा। इसी प्रकार ग्रिड और कैथोड के बीच लगे हुए प्रतिरोध का मान भी अपने भौतिक मान का ८·५ गुना कम हो जायगा।

समीकरण (३–१३१) से यह भी ज्ञात होता है कि इन-पुट अवबाधा ऋणात्मक प्रतिरोध का रूप धारण कर सकती है। इस प्रकार यदि ग्रिड और पृथ्वी के बीच सम्बन्धित शेष विद्युत्-चक्र का प्रतिरोध काफी अधिक तथा प्रतिकर्तृत्व[4] उचित हो, तो आत्म-दोलन[5] प्रारम्भ हो सकते हैं। Z_0 आवश्यक रूप में एक कम प्रतिरोध तथा एक उच्च धारितायुक्त प्रतिकर्तृत्व[6] श्रेणी क्रम में होना चाहिए। इस बात को प्राप्त करने के लिए एक बड़ी प्रतिबन्ध कुण्डली से कैथोड को पृथ्वी से जोड़ देना चाहिए, जिससे कैथोड से पृथ्वी का प्रतिकर्तृत्व धारितायुक्त हो जाय। चित्र ३–२८ में इसको प्रतिबन्धी X द्वारा प्रदर्शित किया गया है। ग्रिड से पृथ्वी के समस्वरित[7] चक्र को इच्छित दोलनावृत्ति

1. Parenthesis, 2. Reactance, 3. Physical Capacitance, 4. Reactance, 5. Self-oscillations, 6. Reactance, 7. Tuned.

होती है। कैथोड प्रतिरोध के समानान्तर एक छोटे संघनित्र को लगाकर उच्चावृत्तियों पर लाभ को बढ़ाया जा सकता है।

चित्र ३–२९. कैथोड से पृथ्वी के मार्ग में RC शण्ट युक्त वीडियो-आवृत्ति प्रवर्धक का चक्र। निम्न आवृत्तियों पर प्रवर्धक लाभ कम होगा, क्योंकि निम्न आवृत्तियों के लिए C का प्रतिकर्तृत्व उपेक्षा योग्य कम नहीं होगा।

चित्र ३–२९ में आंशिक रूप से परिपथयुक्त कैथोड प्रतिरोधक के चक्र को दिखाया गया है। कैथोड प्रतिरोध के साथ परिपथ संघनित्र C लगा है। कैथोड चक्र के प्लेट धारा i_p पर प्रभाव का विश्लेषण किया जायगा। माना कि ग्रिड से पृथ्वी की इन-पुट वोल्टता e_1 है, ग्रिड से कैथोड की वोल्टता e_g है तथा कैथोड से पृथ्वी की वोल्टता e_o है। माना कि ट्यूब पंच-इलेक्ट्रोड[1] वाला है, जिससे प्लेट वोल्टता के साधारण विस्तार में प्लेट धारा i_p को तत्कालीन प्लेट वोल्टता के निराश्रित[2] माना जा सके। तब

$$i_p = e_g \times g_m \tag{३–१३३}$$

जहाँ g_m = ट्यूब की पारस्परिक चालकता[3]

e_g के लिए समीकरण (३–१३३) में समीकरण (३–१०८) को रखने पर

$$i_p = (e_1 - e_o)\ g_m = e_1 \left(1 - \frac{e_o}{e_1}\right) g_m \tag{३–१३४}$$

$\frac{e_o}{e_1}$ के लिए समीकरण (३–१२४) को समीकरण (३–१३४) में रखने पर

$$i_p = e_1 \left(1 - \frac{Z}{\frac{1}{g_m} + Z_o}\right) g_m$$

1. Penetode, 2. Independent, 3. Mutual conductance.

$$=\frac{e_1}{\frac{1}{g_m}+Z_o} \qquad (३–१३५)$$

जहाँ कि $$Z_o=\frac{1}{\frac{1}{R}+j\omega C} \qquad (३–१३६)$$

Z_o के लिए समीकरण (३–१३५) में समीकरण (३–१३६) को रखने से

$$i_p=\frac{e_1}{\frac{1}{g_m}+\frac{1}{\frac{1}{R}+j\omega C}}$$

$$=\frac{e_1}{\frac{1}{g_m}+\frac{R}{1+\omega^2C^2R^2}-j\frac{R^2\omega C}{1+\omega^2C^2R^2}} \qquad (३–१३७)$$

$\omega=0$ पर

$$i_p=\frac{e_1}{\frac{1}{g_m}+R} \qquad (३–१३८)$$

तथा $\omega=\infty$ पर

$$i_p=\frac{e_1}{1/g_m} \qquad (३–१३९)$$

क्योंकि R का व्यवहारतः मान $1/g_m$ होता है, $\omega=0$ से $\omega=\infty$ तक जाने में लाभ द्विगुणित हो जाता है, लेकिन इस आवृत्ति विस्तार के मध्य में ही वह रैखिक[1] होता है। एक ऋणात्मक बायस[2] का उपयोग करके तथा कैथोड का पृथ्वी से सम्बन्ध करके 'सक्रिय'[3] पद $1/g_m$ की चपलता[4] से पूर्णतया मुक्ति प्राप्त की जा सकती है। चक्र में एक दूसरा स्थान, जहाँ आवृत्ति प्रतिक्रिया[5] का परिवर्तन[6] पाया जा सकता है, स्क्रीन ग्रिड सम्बन्ध है। यदि स्क्रीन ग्रिड तथा पावर स्रोत के धनात्मक सिरे के बीच एक श्रेणी प्रतिरोध का उपयोग किया गया हो, तो निम्न-आवृत्तियों के लिए लाभ में क्षय रोकने के लिए स्क्रीन तथा पृथ्वी के बीच एक बड़े परिपथ[7] संघनित्र[8] का उपयोग करना चाहिए। स्क्रीन-ग्रिड के लिए आवश्यक संघनित्र का आकार कैथोड के लिए उपयुक्त संघनित्र के आकार से काफी छोटा होता है, अतः आसानी से प्रयोगात्मक

1. Linear, 2. Bias, 3. Active, 4. Vagaries, 5. Frequency Response, 6. Variation, 7. By-pass, 8. Condenser.

है। निम्न-वीडियो-आवृत्तियों पर स्क्रीन-ग्रिड वोल्टता में चंचलता[१] को और कम करने के लिए श्रेणी प्रतिरोध के बजाय एक दृढ़ ब्लीडर[२] का उपयोग करना चाहिए। वीडियो-प्रवर्धकों में प्रवर्धक के विभिन्न पदों में पावर स्रोत के उभयनिष्ठ अवबाधा[३] के युग्म[४] के कारण उत्पन्न निम्न-आवृत्ति क्षय[५] तथा पुनरुत्पादन[६] को रोकने के लिए ऐसी नियन्त्रित पावर-सप्लाई के उपयोग की सलाह दी जाती है, जिसका तुल्य आन्तरिक प्रतिरोध बहुत कम हो। इस प्रकार की पावर-सप्लाई को ऐसा बनाया जा सकता है, जिससे उसका प्रभावकारी आन्तरिक प्रतिरोध १ ओम से भी कम हो जाय।

३—८. वीडियो प्रवर्धकों में कोलाहल[७]

पूरे प्रवर्धक की आउट-पुट, जब उसे अन्तिम रूप से सम्बन्धित कर दिया जाता है, जितने से जितना अधिक सम्भव हो सके कोलाहल से मुक्त होनी चाहिए, जिससे पुनरुत्पादित चित्र मूल चित्र की भाँति दोष-मुक्त हो सके। कोलाहल के स्रोत ये हैं—(१) पावर लाइन की गुनगुनाहट,[८] (२) रेडियो-आवृत्ति पिक-अप, (३) प्रथम ट्यूब के प्लेट चक्र में शाट[९] कोलाहल और (४) प्रथम ट्यूब के इन-पुट चक्र में ऊष्मीय उत्तेजना[१०] की वोल्टता।

यदि वीडियो प्रवर्धक ट्यूबों के ऊष्मकों[११] को प्रत्यावर्ती धारा (A. C.) से चलाया जाय, तो पावर लाइन की गुनगुनाहट चित्र-नाली[१२] में प्रवेश कर सकती है। लहर[१३] के इस स्रोत के प्रभाव को लुप्त करने के लिए यह परामर्श दिया जाता है कि प्रारम्भ के कुछ पदों को सरल धारा (D. C.) से कार्यान्वित किया जाय। सम्पूर्ण प्रत्यावर्ती धारा (A. C.) के तारों को पृथ्वी से सन्तुलित कर देना चाहिए तथा प्रतिमुखी वोल्टता की लीड्स को आपस में लपेट कर बाह्य उपपादकीय[१४] क्षेत्रों के प्रभाव को न्यूनातिन्यून कर देना चाहिए। इस बात का विशेष रूप से ध्यान रखना चाहिए कि यह लीड्स प्रथम ट्यूब के इन-पुट चक्र के अधिक समीप न आयें। प्रत्यावर्ती धाराओं को कभी भी ढाँचे के ढक्कन[१५] में होकर प्रवाहित न होने देना चाहिए, क्योंकि ट्यूब के ग्रिड तथा प्लेट चक्रों में बहुधा ढाँचे के भाग शामिल होते हैं। इस प्रकार एक युग्मकारक की उपस्थिति हो जायगी। प्लेट तथा स्क्रीन को सरल धारा देने वाले ऋजुकारियों[१६] को सब लहरों[१७] से

1. Fluctuations, 2. Bleeder, 3. Impedance, 4. Coupling, 5. Degeneration, 6. Regeneration, 7. Noise, 8. Hum, 9. Shot, 10. Thermal-agitation, 11. Heaters, 12. Picture Channel, 13. Ripple, 14. Induction, 15. Chassis Deck, 16. Rectifiers, 17. Ripples.

पूर्णतया फिल्टर कर देना चाहिए। जहाँ सम्भव हो सके, पावर सप्लाई के लिए संग्राहक[1] बैट्रियों या नियन्त्रित ऋजुकारियों के उपयोग की सलाह दी जाती है।

कोलाहल का द्वितीय स्रोत रेडियो-आवृत्ति पिक-अप है। यह बाधा उत्पन्न करने वाली रेडियो-आवृत्तियाँ चिनगारीयुक्त सम्पर्कों से उत्पन्न होती हैं, जैसे बज़र[2] पद्धति, डायल टेलीफोन, निर्वात क्लीनर, दिक्परिवर्तक किस्म के बिजली के पंखे, तैल भट्ठियाँ, उत्थापक यन्त्र,[3] द्विऊष्मीय[4] मशीनें, X-किरण मशीनें, नीललोहितोत्तर[5] उपकरण, गलियों की कारें, मोटर गाड़ियाँ, आर्क लैम्प, पारद-वाष्प ऋजुकारी, पारद-वाष्प लैम्प, प्रतिदीप्त[6] लैम्प, पारद-वाष्प थाइरैट्रोन[7] तथा कारखानों की मोटरें। रेडियो आवृत्ति का एक स्रोत, जो बाधा डाल सकता है, वीडियो तथा ध्वनि-संकेतों के प्रेषण के लिए कार्यान्वित किये जाने वाला रेडियो-प्रेषक है।

इस प्रकार के पिक-अप को बिल्कुल ही लुप्त कर देना तो बड़ा कठिन है, लेकिन इसके सर्वोत्तम इलाज ये हैं—(१) इन-पुट चक्रों को यथासम्भव भली प्रकार रक्षित[8] कर देना, (२) स्टूडियो से अधिक से अधिक सम्भव दूरी पर रेडियो-प्रेषक की स्थापना हो, (३) पावर लाइन, टेलीफोन लाइन तथा विशेषतया स्टूडियो से प्रेषक कमरे तक वीडियो संकेतों को ले जाने वाली लाइन को फिल्टर कर देना। यह फिल्टर निम्न-पथ[9] फिल्टर होने चाहिए, जिसकी सर्ज[10] अवबाधा वीडियो-संकेत-प्रेषण लाइन के अनुरूप होनी चाहिए। रोकी जाने वाली[11] वाहक[12] आवृत्ति पर फिल्टर के एक परिच्छेद में अनन्त क्षयकारी[13] बिन्दु होना चाहिए।

इन कोलाहलों को सन्तोषजनक रूप से कम करने के पश्चात् भी ट्यूब के कारण उत्पन्न कोलाहल शेष रह जाता है। दूरवीक्षण-प्रणाली के लिए उत्तम से उत्तम ट्यूबों के निर्माण के अतिरिक्त इस कोलाहल को कम करने का कोई प्रयोगात्मक उपाय नहीं। प्रवर्धक ट्यूब के प्लेट चक्र के शाट कोलाहल को प्रतिरोध में उपस्थित ऊष्मीय कोलाहल के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। किसी निर्वात ट्यूब का तुल्य कोलाहल प्रतिरोध वह प्रतिरोध कहलाता है जिसे ग्रिड चक्र के श्रेणी क्रम में लगाने से उतने ही मान का कोलाहल उत्पन्न हो जितना कि स्वयं शाट कोलाहल से उत्पन्न होगा। शाट कोलाहल प्लेट धारा की चंचलता[14] के कारण होता है। प्लेट धारा प्लेट पर आने वाले बहुसंख्यक इलेक्ट्रानों के, जिनमें से प्रत्येक अपने आगमन समय के साथ आता है, योग के बराबर

1. Storage, 2. Buzzer, 3. Elevators, 4. Diathermy, 5. Ultraviolet, 6. Fluorescent, 7. Thyratron, 8. Sheild, 9. Low-path, 10. Surge, 11. Suppressed, 12. Carrier, 13. Infinite attenuation, 14. Fluctuations.

होता है। इन इलेक्ट्रानों के क्रमहीन[1] आगमन के कारण धारा का अधिमिश्रण[2] होता है। पृथ्वी से सम्बन्धित कैथोड वाले ट्रायोडों के लिए तुल्य कोलाहल प्रतिरोध[3] अनुमानतः

$$R_{eq} = \frac{2\cdot5}{g_m} \text{ ओम} \qquad (३-१४०)$$

जहाँ g_m = पारस्परिक चालकता[4] म्हो में

यदि ट्यूब चतुर्ध्रुवी या पंचध्रुवी हो, तो तुल्य कोलाहल प्रतिरोध निम्न व्यंजक से दिया जाता है—

$$R_{eq} = \frac{I_b}{I_b + I_{sc}}\left(\frac{2\cdot5}{g_m} + \frac{20\ I_{sc}}{g_m^{\ 2}}\right) \text{ ओम} \qquad (३-१४१)$$

जहाँ कि

I_b=प्लेट धारा, आम्पियरों में

I_{sc}=स्क्रीन धारा, आम्पियरों में

g_m=पारस्परिक चालकता, म्हो में

ट्रायोड मिश्रणों के लिए

$$R_{eq} = \frac{4}{g_c} \cong \frac{16}{g_m} \qquad (३-१४२)$$

जहाँ कि

g_c=परिवर्तन[5] चालकता, म्हो में

पंचध्रुवी मिश्रणों के लिए

$$R_{eq} = \frac{I_b}{I_b + I_{sc}}\left(\frac{4}{g_c} + \frac{20\ I_{sc}}{g_c^{\ 2}}\right) \text{ ओम} \qquad (३-१४३)$$

ऊष्मीय उत्तेजना[6] सम्बन्धी वर्गों के मध्यमान के वर्गमूल की वोल्टता[7] ग्रिड चक्र के इन-पुट प्रतिरोध में (25°C ताप पर)

$$E_t = 1\cdot28\sqrt{R_g\ F}\ (10^{-10}) \text{ वोल्ट} \qquad (३-१४४)$$

1. Random, 2. Modulation, 3. Thompson. B. J., D. O, North and W. A. Harris, Fluctuations in Spacecharge-limited currents at Moderately High Frequencies, RCA Rev., April, 1941, pp. 505-524. 4. Mutual conductance, 5. Conversion, 6. Thermal-agitation, 7. Root Mean Square (RMS) voltage.

जहाँ कि

R_g=बाह्य ग्रिड-चक्र प्रतिरोध

F =आवृत्ति पट्ट की चौड़ाई,[1] चक्र प्रति सेकण्ड में

दूरवीक्षण प्रवर्धक का एक विशेष उदाहरण 6AC7 ट्यूब है। $I_b=0{\cdot}010$, $I_{sc}=0{\cdot}0025$ तथा $g_m=0{\cdot}009$ के पंचध्रुवीय ट्यूब के लिए गणना द्वारा तुल्य कोलाहल प्रतिरोध के लिए प्राप्त मान ७२० ओम है। यह मान इनके नापे गये मान ६०० से ७६० ओम के साथ अच्छा मेल खाता है। यदि इसी ट्यूब को ट्रायोड की भाँति सम्बन्धित किया जाय, तो R_{eq} का गणना द्वारा प्राप्त मान २२० ओम तथा नापा गया मान २०० ओम है। दूसरी दशा में $g_m=0{\cdot}0112$ क्योंकि आउट-पुट चक्र में स्क्रीन धारा तथा प्लेट धाराएँ जुड़ जाती हैं। $g_c=0{\cdot}0042$ के ट्रायोड मिश्रण के लिए गणना द्वारा प्राप्त R_{eq}=950 ओम।

उदाहरण के लिए, 6AC7 पंचध्रुवी ट्यूब के ग्रिड चक्र में उपस्थित पूर्ण कोलाहल की गणना निम्नलिखित अंकात्मक गणना में की गयी है। मान लो कि बाह्य प्रतिरोध १,५०० ओम तथा पट्ट-चौड़ाई 4 Mc थी, तो कोलाहल वोल्टता

$$
\begin{aligned}
E_n &= 1{\cdot}28\sqrt{(R_g+R_{eq})4+10^6}\,(10^{-10}) \text{ वोल्ट} \\
&= 1{\cdot}28\sqrt{(1{,}500+720)4\times10^6}\,(10^{-10}) \text{ वोल्ट} \\
&= 12{\cdot}1\times10^{-6} \text{ वोल्ट} \\
&= 12{\cdot}1 \text{ माइक्रो वोल्ट } (\mu v) \qquad (३–१४५)
\end{aligned}
$$

इस प्रकार एक 40-db या एक 100 : 1 संकेत-कोलाहल अनुपात प्राप्त करने के लिए संकेत को $100\times12{\cdot}1=1{,}210\ \mu v$ होना पड़ेगा।

कोलाहल के दृष्टिकोण से, प्रवर्धक ट्यूब का श्रेष्ठता गुणक[2] एक 'आदर्श'[3] ट्यूब के, जिसके लिए R_{eq} का मान शून्य हो, ग्रिड चक्र में उपस्थित ऊष्मीय कोलाहल तथा R_{eq} के निश्चित मान वाले ट्यूब के वास्तविक कोलाहल के अनुपात को कहते हैं। इसे निम्न व्यंजक से प्राप्त कर सकते हैं—

$$
\text{श्रेष्ठता गुणक} = \frac{\sqrt{Rg}}{\sqrt{Rg+R_{eq}}} = \sqrt{\frac{Rg}{Rg+R_{eq}}} \qquad (३–१४६)
$$

ऊपर दिये गये उदाहरण में, 6AC7 का श्रेष्ठता गुणक, जैसा कि इस चक्र में उपयोग किया गया है, निम्न है—

1. Bandwidth, 2. Merit Factor, 3. Ideal.

$$\text{श्रेष्ठता गुणक} = \sqrt{\frac{1{,}500}{1{,}500+720}} = 0{\cdot}825 \qquad (३–१४७)$$

या यह ट्यूब आदर्श ट्यूब से १७·५% कम है। अगर आवश्यकता हो तो १७·५% को db में व्यक्त किया जा सकता है तथा यह अन्तिम[1] से 1·7 db कम है। यदि इसी ट्यूब को ट्रायोड की भाँति सम्बन्धित किया जाय तो

$$\text{श्रेष्ठता गुणक} = \sqrt{\frac{1{,}500}{1{,}500+220}} = 0{\cdot}935 \qquad (३–१४८)$$

जो कि अन्तिम से 0·6 db कम है।

स्पष्ट है कि कोई भी चीज़ जो Rg को बढ़ाने के लिए की जायगी तथा जो फिर भी पट्ट-चौड़ाई को कायम रखेगी, श्रेष्ठता गुणक को बढ़ाने में अपना भाग प्रदान करेगी। इस प्रकार उच्च आवृत्ति पूर्तिकारी[2] चक्रों का उपयोग विशेष प्रकार से लाभदायक रहेगा। १,५०० ओम को बढ़ाकर ३,००० ओम कर देने से पंचध्रुवी ट्यूब 1·7 db की अपेक्षा अन्तिम के केवल 0·9 db में आ जायगा।

३–९. वीडियो प्रवर्धकों की आउट-पुट क्षमताएँ

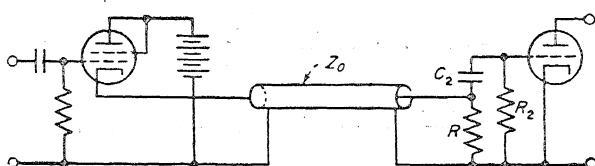
वीडियो प्रवर्धकों के सम्बन्ध में हमारा अन्तिम वर्णन यह है कि इस कार्य के लिए प्रयुक्त ट्यूबों की आउट-पुट वोल्टता सम्बन्धी क्षमताएँ क्या हैं। यदि A श्रेणी में कार्य किया जाय अर्थात् ग्रिड धारा अनुपस्थित हो, तो सर्वाधिक पीक[3] वोल्टता ग्रिड के लिए कट-ऑफ़[4] वोल्टता तथा उस पद के लिए प्रवर्धन गुणांक[5] के गुणनफल के बराबर होती है। इस प्रकार एक 6AC7 ट्यूब के लिए, जो १,५०० ओम में कार्य कर रहा हो तथा जिसके लिए $g_m = 0{\cdot}009$ तथा कट-ऑफ़ वोल्टेज 4 वोल्ट हो, पीक से पीक तक की आउट-पुट वोल्टता केवल निम्नलिखित होती है—

$$E_0 = Ec\, g_m\, R_0 \qquad (३–१४९)$$
$$= 4 \times 0{\cdot}009 \times 1{,}500$$
$$= 54 \text{ वोल्ट} \qquad (३–१५०)$$

यदि इसी ट्यूब को ट्रायोड कैथोड अनुगामी के रूप में एक Z_0 ओम की सम-अक्षीय केबिल में कार्यान्वित किया जाय तो वह उस बिन्दु तक आउट-पुट देने की

1. Ultimate, 2. Compensating, 3. Peak, 4. Cut-off, 5. Amplification factor.

क्षमता रखता है, जहाँ $e_g = Ec$ वोल्ट हो। कैथोड अनुगामी समीकरण ϵ_1 से e_g के रूप में बदल लेने चाहिए। इस प्रकार समीकरण (३–१०८) को e_1 के लिए हल करके समीकरण (३–११६) में रखने से

$$e_o = \frac{(e_o + e_g)\mu Z_o}{r_p + Z_o(\mu + 1)} \quad (३–१५१)$$

जिसमें से

$$\epsilon_o = \frac{e_g}{\frac{1}{g_m Z_o} + \frac{1}{\mu}} \quad (३–१५२)$$

इस प्रकार 6AC7 ट्रायोड के लिए, जिसमें Ec=4 वोल्ट, μ=30, g_m=0·0112 तथा R=70 ओम हो, सर्वाधिक आउट-पुट वोल्टता

$$e_o = \frac{4}{\frac{1}{0.0112 \times 70} + \frac{1}{30}} = \frac{4}{1·27 + 0·03}$$

$$= \frac{4}{1·3} = 3·07 \text{ वोल्ट} \quad (३–१५३)$$

यदि एक ट्यूब से उपलब्ध वोल्टता से अधिक वोल्टता की आवश्यकता हो तब या तो अनेक ट्यूबों को समानान्तर क्रम में जोड़ लेना चाहिए या अधिक पावर वाले ट्यूब का, जिसमें अधिक ग्रिड वोल्टता लग सके, उपयोग करना चाहिए। इस कारण पावर-

चित्र ३–३०. एक केबिल में पोषण करने के लिए कैथोड अनुगामी का उपयोग।

आउट-पुट पंचध्रुवी या त्रिध्रुवी ट्यूब अधिक आउट-पुट वाले कैथोड अनुगामी की भाँति बड़ा अच्छा काम करते हैं। इनमें से कुछ ट्यूब 6L6, 25L6, 6Y6, 6V6 तथा 6AS7 हैं।

केबिल में होकर साधारणतया Dc प्रेषित की जाती है तथा ग्राहक सिरे पर एक

संघनित्र से रोक दी जाती है, जो एक अधिक प्रतिरोध वाली ग्रिड-लीक के श्रेणीक्रम में काम करता है। यह चित्र ३–३० में प्रदर्शित किया गया है।

प्रश्नावली

३–१. यदि उच्च आवृत्ति सीमा को प्रेषित की जाने वाली सर्वाधिक आवृत्ति की दुगुनी आवृत्ति के बराबर मान लिया जाय, तो सिद्ध करो कि चित्र ३–४ का पूर्तिकारी चक्र,[1] जिसके लाक्षणिक चित्र ३–५ में प्रदर्शित किये गये हैं, फिल्टर-सिद्धान्त के नियमों से प्राप्त किया जा सकता है। अर्थात् फिल्टर-सिद्धान्त के नियमों का उपयोग करके C_1 तथा $2f_2$ के रूप में R_1 तथा L_1 के लिए समीकरणों की स्थापना करो।

३–२. (a) चित्र ३–१४ में प्रदर्शित चक्र के लिए कला-कोण का समीकरण प्राप्त करो।

(b) $R_1=2$, $C=1$ तथा $\omega_2=1$ मानकर रेडियन में व्यक्त कला-कोण का $\omega=0$ से $\omega=1\cdot6\omega_2$ तक ग्राफ प्लाट करो।

(c) $\omega=0$ से $\omega=1\cdot6\omega_2$ के विस्तार में समय-विलम्ब[2] का ग्राफ प्लाट करो।

उत्तर

(a) $$\phi=\tan^{-1}\frac{AB-CD}{CB+AD}$$

जहाँ $$A=\omega L_1R_1+\omega L_2R_1-\frac{R_1}{\omega C_4}$$

$$B=\frac{C_1R_1}{C_4}+R_1-\omega^2L_1C_1R_1-\omega^2L_2C_1R_1$$

$$C=\frac{L_1}{C_4}-\omega^2L_1L_2$$

$$D=\omega L_2-\frac{1}{\omega C_4}+\frac{\omega L_1C_1}{C_4}-\omega^3L_1L_2C_1$$

(b) तथा (c)

1. Compensating circuit. 2. Time-delay.

ω	ϕ रेडियन	समय-विलम्ब
०	०	१·००
०·१	०·१	१·००
०·५	०·५४४	१·०९
०·८	०·९२६	१·१४
१·०	१·४२	१·४२
१·२	१·५६	१·३०
१·६	१·५६	०·९७

३–३. एक कैथोड अनुगामी के जो चित्र ३–२६ के चक्र पर कार्य करता है—, तत्त्वों के मान निम्नलिखित हैं—

ट्यूब पारस्परिक चालकता[1] $g_m = 10^{-2}$ म्हो[2]

Z_0 में ५०० ओम का प्रतिरोध 20×10^{-12} फैराड की धारिता के समानान्तर में जुड़ा है

$C_4 = 5 \times 10^{-12}$ फैराड

ट्यूब का $\mu = 30$

(अ) e_0/e_1 तथा आवृत्ति में ग्राफ खींचो। आवृत्ति का मान वहाँ तक लो, जहाँ लाभ शून्य आवृत्ति वाले मान का ५०% रह जाय। सम्पूर्ण समीकरण (३–११५) या (३–१२६) का उपयोग करो।

(ब) e_0/e_1 तथा आवृत्ति का ग्राफ खींचो। आवृत्ति के उपर्युक्त मान का उपयोग करो। अब की बार अनुमानतः समीकरण (३–११६) या (३–१२६) का $C_4 = 0$ के साथ उपयोग करो।

1. Mutual Conductance, 2. Mho.

अध्याय ४

रेडियो प्रेषण उपकरण

४–१. प्रेषकों द्वारा प्रयुक्त रेडियो आवृत्तियाँ

पिछले अध्याय में इस बात पर विचार किया गया था कि कैमरा ट्यूब के क्षीण वीडियो संकेत को ७०–ओम प्रतिरोध की प्रेषण लाइन पर ३ वोल्ट के लेविल तक किस प्रकार प्रवर्धित किया जाय। इस अध्याय में संकेत को रेडियो प्रेषण उपकरण के द्वारा विकीर्ण क्षेत्र में ले जाने का विचार किया जायगा।

जहाँ तक प्राविधिक समस्याओं का सम्बन्ध है, प्रेषण उपकरण को पाँच भागों में विभाजित किया जा सकता है। सर्वप्रथम, उचित प्रकार के रेडियो आवृत्ति दोलनोत्पादक[1] तथा प्रवर्धकों के बनाने की समस्या है। दूसरी समस्या यह है कि किस प्रकार वीडियो संकेत को उस वोल्टता तक प्रवर्धित किया जाय, जिस पर कि वीडियो वोल्टता को अधिमिश्रण[2] की भाँति अधिमिश्रित पद पर लगाया जाता है। तीसरी समस्या अधिमिश्रित पद के बनाने की है। चौथी, रैखिक रेडियो आवृत्ति प्रवर्धन (यदि प्रयुक्त किया जाय) की आवश्यकता है। अन्तिम समस्या उचित प्रेषण लाइन, विकीर्ण या एण्टिना पद्धति के निर्माण की है।

दूरवीक्षण के उपयुक्त रेडियो आवृत्तियाँ ४० Mc से प्रारम्भ होती हैं, जैसा कि इंग्लैण्ड में होता है, तथा माइक्रो तरंग क्षेत्र तक विस्तृत होती हैं। दूरवीक्षण प्रसारण[3] में दूरवीक्षण प्रेषण[4] की अपेक्षा अधिक सेवाक्षेत्र शामिल होना चाहिए (जिसके लिए क्षैतिज तल में सार्वदेशिक[5] क्षेत्र नमूने की आवश्यकता है। इसके लिए उच्च शक्ति की आवश्यकता पड़ेगी)। अतएव इस बात से आश्चर्य न होना चाहिए कि टेलीविज़न प्रसारण इतनी कम वाहक आवृत्तियों से प्रारम्भ होता है तथा वर्तमान समय में केवल दो पट्टों तक ही सीमित है। प्रथम पट्ट ५४ Mc से ८८ Mc तक तथा द्वितीय पट्ट १७४ Mc से २१६ Mc तक विस्तृत है। प्रत्येक पट्ट ६ Mc शाखाओं[6] में आगे

1. Oscillator, 2. Modulation, 3. Broadcasting, 4. Relays, 5. Omnidirectional, 6. Channels.

विभाजित है; इनमें से प्रत्येक को एक अंक दिया गया है। सारणी ४–१ में शाखाएँ, चित्र एवं ध्वनिवाहक आवृत्तियाँ दिखायी गयी हैं।

निम्न आवृत्तियों के उपयोग में आने का कारण यह है कि निर्वात ट्यूबों से प्राप्त होने वाली शक्ति आवृत्ति के प्रतिलोमानुपाती[1] होती है, क्योंकि प्रत्येक ट्यूब के लिए—उसके भौतिक आकारों के अनुसार—उच्च आवृत्ति सीमा होती है। इसलिए उच्च आवृत्ति वाले ट्यूबों को छोटे आकार का बनाना पड़ेगा, जिससे उच्च आवृत्तियों पर ये समस्वरित[2] किये जा सकें। छोटे आकार के ट्यूबों में वाट में नापी गयी ह्रास दरें[3] कम होनी चाहिए, क्योंकि आवश्यक प्रतीत होने वाली ताप-वृद्धि उतनी ही होती है, वह ट्यूब के आकार पर निर्भर नहीं रहती। कम स्वीकृत हानि का अर्थ है कम इन-पुट तथा कम-आउट-पुट।

सारणी ४–१. दूरवीक्षण (टेलीविजन) वाहक आवृत्तियाँ

शाखा संख्या	आवृत्ति-सीमा	चित्रवाहक	ध्वनिवाहक
२	५४—६०	५५·२५	५९·७५
३	६०—६६	६१·२५	६५·७५
४	६६—७२	६७·२५	७१·७५
५	७६—८२	७७·२५	८१·७५
६	८२—८८	८३·२५	८७·७५
७	१७४—१८०	१७५·२५	१७९·७५
८	१८०—१८६	१८१·२५	१८५·७५
९	१८६—१९२	१८७·२५	१९१·७५
१०	१९२—१९८	१९३·२५	१९७·७५
११	१९८—२०४	१९९·२५	२०३·७५
१२	२०४—२१०	२०५·२५	२०९·७५
१३	२१०—२१६	२११·२५	२१५·७५

४–२. अधिमिश्रित[4] प्रवर्धक के लिए रेडियो-आवृत्ति उत्तेजक[5]

प्रेषक के उस ग्रिड चक्र तक के, जिसका प्लेट अधिमिश्रित होना है, रेडियो आवृत्ति भाग की बनावट तथा निर्माण ठीक उसी प्रकार का है, जैसा कि किसी भी उच्च श्रेणी[6] के रेडियो आवृत्ति प्रेषक यंत्र का होता है। वाहक आवृत्ति किसी 'पीज़ो इलैक्ट्रिक'[7]

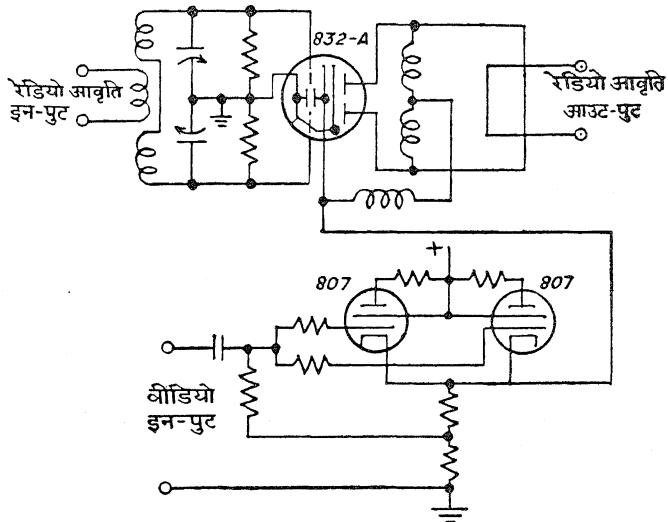
1. Inversely proportional, 2. Tuning, 3. Dissipation ratings, 4. Modulated, 5. Exciter, 6. High Grade, 7. Piezoelectric.

मणिभ से स्थापित की जाती है, जो अन्तिम वाहक आवृत्ति की किसी सुविधाजनक अपवर्तक[1] आवृत्ति पर कार्य करता है। उदाहरण के लिए, एक शाखा–८ प्रेषक १५·१०४२ Mc की मणिभ आवृत्ति पर कार्य कर सकता है जो १२ से गुणा करने पर १८१·२५ Mc की इच्छित आवृत्ति प्रदान करेगा।

निम्नलिखित एक प्रारूपिक[2] ट्यूब लाइन हो सकती है—

मणिभ दोलनोत्पादक	6 J 5 त्रि-ध्रुवीय[3]
बफर[4] प्रवर्धक	6 V 6 G T किरण-चतुर्ध्रुवीय[5]
प्रथम आवृत्ति द्विगुणक[6]	1614 (6 L 6) किरण-चतुर्ध्रुवीय
द्वितीय आवृत्ति द्विगुणक	1614 (6 L 6) किरण-चतुर्ध्रुवीय
पुश-पुल[7] त्रिगुणक[8]	815 द्विसंख्य-पंचध्रुवीय[9]

त्रिगुणक की आउट-पुट निम्न-शक्ति के प्लेट-अधिमिश्रित C श्रेणी के प्रवर्धक, जैसे ८३२–A के ग्रिड चक्र को, चालू करने के लिए काफी है।

FCC से स्थापित आवृत्ति को ०·००२% की सहन-शक्ति के अन्तर्गत रखने के लिए पीज़ो तत्त्व का ताप-नियंत्रण साधारणतया आवश्यक होता है।

४–३. अधिमिश्रक तथा वीडियो-प्रवर्धक पद

यदि ट्यूब ८३२–A द्विसंख्य पंच-ध्रुवीय हो तो श्रेणी C पद को अधिमिश्रित करने के लिए आवश्यक वीडियो आउट-पुट वोल्टता १०० वोल्ट के लगभग होती है। १०० वोल्ट की वीडियो वोल्टता प्राप्त करने के लिए ३ वोल्ट की इन-पुट का तीन पदों में वीडियो आवृत्ति प्रवर्धन करना पड़ेगा तथा अन्त में एक ऐसे कैथोड अनुगामी[11] की आवश्यकता पड़ेगी, जिसका लोड[12] प्रभाव में ८३२–A की प्लेट इन-पुट अववाधा[13] के बराबर हो। निम्नलिखित सारणी में इस वोल्टता स्तर को प्राप्त करने के लिए प्रारूपिक वीडियो-प्रवर्धक ट्यूबों की सूची दी गयी है—

1. Submultiple, 2. Typical, 3. Triode, 4. Buffer, 5. Beam Tetrode, 6. Doubler, 7. Push-pull, 8. Tripler, 9. Dual-Pentode, 10. Modulator, 11. Cathode follower, 12. Load, 13. Impedance.

प्रथम प्रवर्धक	6AC7 पंचध्रुवीय, लाभ ६
द्वितीय प्रवर्धक	6Y6G चतुर्ध्रुवीय, लाभ ३
तृतीय प्रवर्धक	दो ८०७ समानान्तर में, लाभ ५
कैथोड अनुगामी	दो ८०७ समानान्तर में, लाभ ०·८

इस प्रकार कुल लाभ ६ × ३ × ५ × ०·८ = ७२। अतएव ३ वोल्ट की इन-पुट से १०० वोल्ट की आउट-पुट प्राप्त हो जायगी तथा कुछ लाभ-नियंत्रण[1] के लिए बच रहेगी।

चित्र ४–१. 832A श्रेणी का r-f प्लेट अधिमिश्रित प्रवर्धक, जिसमें दो ८०७ कैथोड-अनुगामी वीडियो आवृत्ति अधिमिश्रक की भाँति हैं।

वीडियो प्रवर्धक की हमेशा लोड से पीछे की ओर गणना की जाती है। इस प्रकार प्रस्तुत उदाहरण में मान लो कि ८३२–A (चित्र ४–१) निम्नलिखित सर्वोच्च इन-पुट पर कार्य करता है—

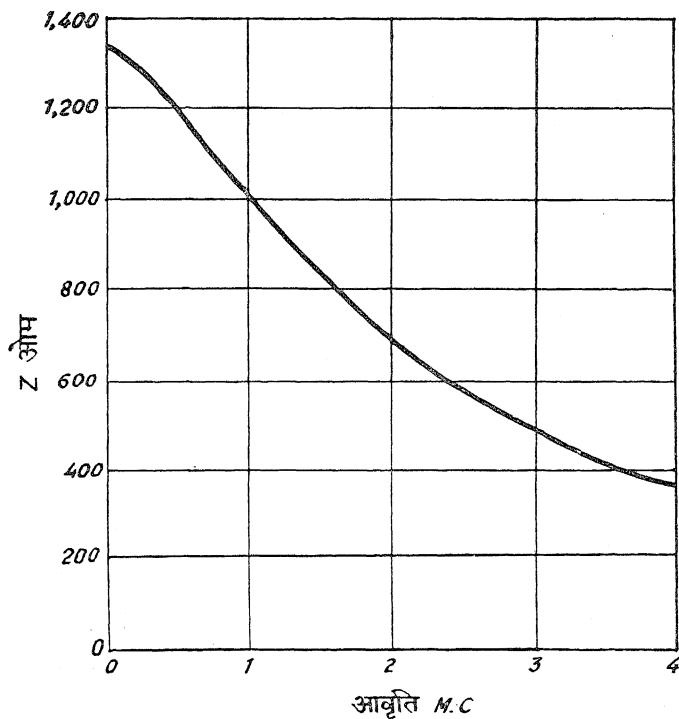
1. Gain control.

$E_b = 100$ वोल्ट

$I_b + Isc = 75$ मिली आम्पियर

इस प्रकार अधिमिश्रित होने वाले लोड का प्रभावकारी प्रतिरोध

$$R_4 = \frac{E_b}{I_b + Isc} = \frac{100}{0 \cdot 075} = 1,333 \text{ ओम} \qquad (४\text{–}१)$$

अधिमिश्रित किये जाने वाले प्रतिरोधी लोड के समानान्तर में कुल धारिता C श्रेणी के रेडियो आवृत्ति ट्यूब की आउट-पुट इलैक्ट्रोड तथा स्क्रीन इलैक्ट्रोड धारिताएँ तथा इसके अतिरिक्त कैथोड अनुगामी की कैथोड से पृथ्वी तक की धारिता होती है। अधिमिश्रक पद में स्क्रीन-ग्रिड की परिपथ[1] धारिता भी अधिमिश्रित होनी चाहिए। ये निम्नलिखित हैं —

अधिमिश्रित ट्यूब प्लेट आउट-पुट धारिता	15 $\mu\mu$ F
अधिमिश्रित स्क्रीन ग्रिड परिपथ	65 $\mu\mu$ F
कुण्ड[2] चक्र तथा तारों की धारिता	11 $\mu\mu$ F
कैथोड-अनुगामी कैथोड धारिता	9 $\mu\mu$ F
योग	100 $\mu\mu$ F

इस प्रकार अधिमिश्रित होने वाली अवबाधा में १०० $\mu\mu$ F का संघनित्र १,३३० ओम प्रतिरोध के समानान्तर में होता है। इस अवबाधा रूप का अध्ययन चित्र ३–२ समीकरण (३–५) में वीडियो प्रवर्धकों के साथ पहले ही किया जा चुका है।

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \omega^2 C^2}} < \tan^{-1} - \omega CR \qquad (४\text{–}२)$$

R का मान १,३३३ तथा C का मान $१०^{-१०}$ रखकर Z का मान सर्वोच्च अधिमिश्रित आवृत्ति ४ Mc तक की आवृत्तियों के लिए हल किया जा सकता है। इस गणना के फलों द्वारा चित्र ४–२ का ग्राफ प्राप्त होता है।

1. By-pass, 2. Tank.

चित्र ४–२. ८०७ अधिमिश्रक द्वारा प्रेक्षित लोड की अवबाधा का परम[1] मान। लोड में १,३३३ ओम का प्रतिरोध तथा १०० $\mu\mu$ F की धारिता समानान्तर क्रम में है।

स्पष्ट है कि इस अवबाधा को साधारण उच्च आवृत्ति क्षय-पूरक[2] चक्रों द्वारा ठीक नहीं किया जा सकता, क्योंकि द्वि-पेचीय[3] जालचक्रों के द्वारा २:१ की प्रभावकारी वृद्धि ही अवबाधा में सम्भव है। लेकिन यदि अवबाधा को एक ऐसे उत्पादक[4] से जोड़ दिया जाय, जिसका आन्तरिक प्रतिरोध बहुत ही कम हो, तो एक सन्तोषजनक आवृत्ति प्रतिक्रिया प्राप्त हो सकती है। यदि दो ८०७ को कैथोड अनुगामी की भाँति समानान्तर क्रम में जोड़ दें, तो प्राप्त होने वाला आन्तरिक प्रतिरोध $\frac{1}{2g_m}$ होगा, जहाँ g_m =एक

1. Absolute, 2. Compensation, 3. Two-terminal, 4. Generator.

ट्यूब की पारस्परिक[1] चालकता है। ८०७ का g_m लगभग ६,००० माइक्रो-म्हो होता है इस प्रकार आन्तरिक प्रतिरोध

$$Rg=\frac{1}{2g_m}=\frac{1}{1\cdot2\times10^{-2}}=83\cdot3 \text{ ओम} \qquad (४-३)$$

चित्र ४-२ में दिखाये गये लोड के साथ कार्य करने के लिए यह सन्तोषजनक प्रतीत होता है। इसके पश्चात् ट्यूब की इस योग्यता का अध्ययन करना है कि वह आवश्यक १०० वोल्ट विकसित कर सकता है या नहीं। क्योंकि ४ Mc पर प्रतिरोध ३८२ ओम है, अतः १०० वोल्ट के लिए आवश्यक धारा

$$I=\frac{E}{Z}=\frac{100}{382}=0\cdot262 \text{ आम्पियर} \qquad (४-४)$$

दो ८०७ इस धारा को सीमान्त में प्रदान कर सकते हैं, लेकिन भाग्यवश ४ Mc कभी भी १००% अधिमिश्रित की भाँति प्राप्त नहीं होता। सर्वाधिक केवल ७५% होता है, क्योंकि मिश्रित टेलीविजन संकेत का चित्र-भाग मिश्रित संकेत की शिखा से शिखा मान का केवल ७५% होता है। इस प्रकार अधिक से अधिक केवल ०·७५ × २६२ = १९६ मिली-आम्पियर की शिखा धारा[2] की आवश्यकता पड़ेगी। यह आवश्यकता भी केवल बिरली ही दशा में होगी, क्योंकि कदाचित् चित्र ही इस प्रकार के समंजन से बना होगा, जो पूर्ण अधिमिश्रण पर ४ Mc की आउट-पुट प्रदान कर सके। $C_4=0$ के साथ समीकरण (३-१२६) आवृत्ति लाक्षणिक प्रदान करता है। इस समीकरण में

$g_m=1\cdot2\times10^{-2}$ म्हो
$r_p=666$ ओम
$R=1\cdot333$ ओम
$C_5=10^{-10}$ फैराड

यह प्रतिक्रिया वक्र चित्र ४-३ में खींचा गया है।

इस वक्र में उच्च आवृत्ति प्रतिक्रिया में केवल १·४२% का पतन[3] है जो सन्तोषजनक है।

इसके पश्चात् द्वि-संख्य[4] ८०७ कैथोड अनुगामी के लिए प्रेरक-पद[5] का निर्णय करना है।

1. Mutual, 2. Peak current, 3. Drop, 4. Dual, 5. Set.

प्रेरक-पद के लिए आवश्यक आउट-पुट वोल्टता कैथोड वोल्टता में लाभ का भाग देकर प्राप्त की जा सकती है। इस प्रकार यह

$$e_p = \frac{e_k}{\text{लाभ}} = \frac{100}{0{\cdot}84} \cong 120 \text{ वोल्ट} \qquad (४–५)$$

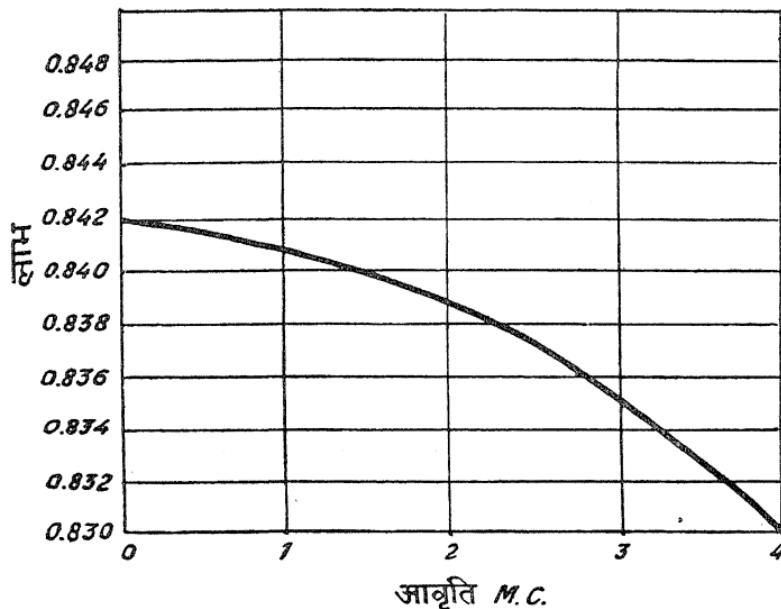
कैथोड अनुगामी की इन-पुट धारिता लगभग $12\mu\mu F$, d-c अवयव को सेट[1] करने वाले d-c प्रवेशक[2] की धारिता लगभग $8\mu\mu F$ तथा चक्र में इधर-उधर की धारिता $5\mu\mu F$ हो सकती है। इस प्रकार कुल मिलाकर धारिता $25\mu\mu$ हुई। जाँच करने के लिए मान लो कि प्रेरकों में एक जोड़ा ८०७ समानान्तर क्रम में चतुर्ध्रुवीयों[3] की भाँति जुड़े हैं। इधर-उधर की धारिता को ख्याल में रखकर, कुल धारिता $20\mu\mu F$ और अधिक हो जायगी। इस प्रकार सम्पूर्ण धारिता $45\mu\mu F$ हो जायगी। इस धारिता का प्रतिकर्तृत्व[4] ८८३ ओम होगा।

यदि एक साधारण क्षयपूरक चक्र का उपयोग किया जाय, तो आवश्यक आउट-पुट वोल्टता पैदा करने के लिए आवश्यक शिखा धारा

$$I = \frac{E}{X} = \frac{120}{883} = 136 \text{ मिली आम्पियर} \qquad (४–६)$$

दो ८०७ मिलकर यह धारा आसानी से दे सकते हैं, जब कि एक ८०७ का उपयोग केवल किनारे[5] का होगा, क्योंकि एक सम्पूर्ण श्वेत चित्र के लिए धारा इसकी अत्यधिक धारा से, जो १०० मिली आम्पियर है, अधिक हो जायगी। इसलिए दो ८०७ प्रयोग किये जायँगे। केवल एक साधारण उच्च आकृति क्षयपूरक शण्ट-शिखा[6] कुण्डली की आवश्यकता होती है। यदि इच्छा हो, तो शण्ट तथा श्रेणी शिखाओं के मिश्रण को प्रयोग में लाया जा सकता है तथा इस प्रकार के पद की रचना की जा सकती है, जो ५ Mc या अधिक तक कार्य कर सके।

क्योंकि इन समानान्तर प्रेरकों[7] की पारस्परिक चालकता लगभग $1{\cdot}2 \times 10^{-2}$ म्हो है, अतः

1. Set, 2. Inserter, 3. Tetrodes, 4. Reactance, 5. Marginal, 6. Shunt-peaking, 7. Drivers.

$$\text{ट्यूब-लाभ} = g_m R = 1 \cdot 2 \times 10^{-2} \times 883$$

$$= 10 \cdot 6 \qquad (४–७)$$

लेकिन यदि कैथोड-बायस[1] का उपयोग किया जाता है, तो लाभ लगभग इसका आधा होगा, उदाहरण के लिए, लगभग ५, इस प्रकार आवश्यक ग्रिड वोल्टता

$$e_g = \frac{e_p}{5} = 24 \text{ वोल्ट} \qquad (४–८)$$

चित्र ४–३. ऐसे अधिमिश्रित पद की आवृत्ति प्रतिक्रिया, जिसका तुल्य चक्र १,३३३ ओम का प्रतिरोध तथा इसके समानान्तर १०० $\mu\mu F$ की धारिता है। अधिमिश्रक में दो ८०७ समानान्तर क्रम में कैथोड अनुगामी की तरह जुड़े हैं। अत्यन्त कम आवृत्तियों की तुलना में ४ Mc पर हानि केवल १·४२% है।

८०७ की इन-पुट धारिता तथा d–c सैटर[2] की धारिता लगभग 30$\mu\mu$F होगी, इसमें प्रेरक तथा इधर-उधर की 15$\mu\mu$F धारिता जोड़ने पर कुल धारिता 15$\mu\mu$F हो

1. Cathode-bias, 2. Setter.

जाती है। यह ४Mc पर ८८३ ओम का प्रतिकर्तृत्व[1] है। २४ वोल्ट की आवश्यकता के लिए धारा

$$1 = \frac{E}{X} = \frac{24}{883} = 27 \cdot 2 \text{ मिली आम्पियर} \qquad (४-९)$$

इसका अर्थ है कि एक ग्राहक[2] ट्यूब का उपयोग किया जा सकता है। एक 6Y6G यदि आवश्यकता हो, ६० मिली आम्पियर तक प्रदान कर सकता है, इसकी पारस्परिक चालकता ७,००० माइक्रो म्हो होती है। माना कि एक अपरिपथ[3] कैथोड प्रतिरोधक[4] वायस[5] के लिए प्रयुक्त किया जाता है, तो

$$\text{पद लाभ} = \frac{g_m R}{2} = \frac{7{,}000 \times 10^{-6} \times 883}{2}$$
$$= 3 \cdot 1 \qquad (४-१०)$$

यद्यपि यह लाभ कम है, लेकिन प्रयुक्त किया जा सकता है। यदि इच्छा हो तो श्रेणी-शिखा[6] कुण्डली की क्षयपूर्तिकरण विधि का यहाँ उपयोग किया जा सकता है, क्योंकि धारिता भाग[7] $\frac{30}{15} = \frac{2}{1}$ है, जो इस चक्र के अनुकूल है। यदि इस चक्र का उपयोग किया जाय, तो प्रतिरोध का निर्माण किया जा सकता है, समीकरण (३-५८) से

$$R = 1 \cdot 5X_c = 1 \cdot 5 \times 883 = 1 \cdot 330 \text{ ओम} \qquad (४-११)$$

इस दशा में

$$\text{पद-लाभ} = \frac{g_m R}{2} = \frac{7{,}000 \times 10^{-6} \times 1330}{2}$$
$$= 4 \cdot 65 \qquad (४-१०\cdot१)$$

1. Reactance, 2. Receiving, 3. Un-by-passed, 4. Resistor, 5. Bias, 6. Series peaking, 7. Capacitance division.

माना कि यह अन्तिम चक्र प्रयुक्त किया जाता है, तो 6Y6G पर आवश्यक ग्रिड वोल्टता

$$e_g = \frac{e_p}{\text{लाभ}} = \frac{24}{4 \cdot 65} = 5 \cdot 15 \text{ वोल्ट} \qquad (४–१२)$$

यदि शण्ट-शिखा[1] विधि उपयोग में लायी जाती, तो e_g का मान ७·७१ वोल्ट होता। इसके अतिरिक्त एक विधि यह होती कि श्रेणी-शिखा का उपयोग करते तथा चक्र का निर्माण ६Mc तक करते, जिससे पद-लाभ ३·१ तथा आवश्यक ग्रिड वोल्टता ७·७१ वोल्ट होती; परन्तु इस पद्धति से अत्यन्त उच्च कोटि का क्षयपूर्तिकरण प्राप्त होता है, अतः यह अत्यन्त इच्छित हो सकती है।

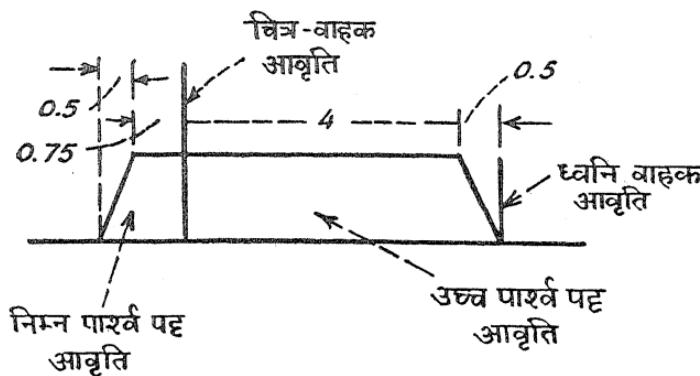
इस विन्दु से नीच प्रवर्धक की रचना अत्यन्त सरल हो जाती है। अपरिपथ[2] कैथोड प्रतिरोधक के साथ 6Y6G की धारिता लगभग $10 \mu\mu F$ होती है, d-c सैटर[3] तथा प्रेरक[4] के कारण $20 \mu\mu F$ और जोड़ने पर पूर्ण धारिता $30 \mu\mu F$ हो जाती है जो १,३३० ओम का प्रतिकर्तृत्व[5] प्रदान करती है, अतएव आवश्यक धारा

$$I = \frac{E}{X} = \frac{7 \cdot 71}{1{,}330} = 5 \cdot 8 \text{ मि० आ०} \qquad (४–१३)$$

अतएव एक 6AC7 ट्यूब को प्रयुक्त किया जा सकता है। केवल एक कुण्डली क्षय-पूर्तिकरण, उदाहरण के लिए, विस्तृत कट-आफ[6] वाली श्रेणी प्रकार की, से प्राप्त पद लाभ

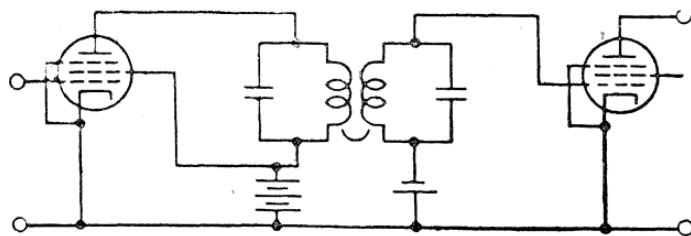
$$\frac{g_m R}{2} = \frac{9 \times 10^{-3} \times 1{,}330}{2} = 6 \qquad (४–१४)$$

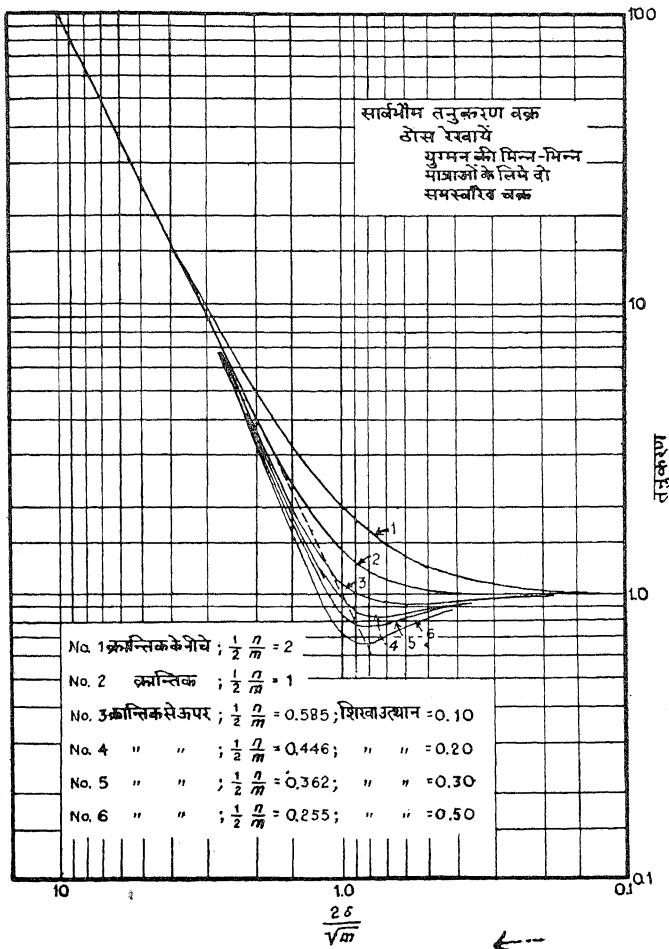
इस प्रकार प्रवर्धक को १·३ वोल्ट की इन-पुट लेविल तक ले जाया गया है। यह लेविल स्टूडियो से प्रदत्त लाइन वोल्टता के लेविल के अन्दर ही है।

1. Shunt-peaking, 2. Un-by-passed, 3. Setter, 4. Driver, 5. Reactance, 6. Cut-off.

४–४. अधिमिश्रित पद[1]

दूरवीक्षण प्रेषक में प्रयुक्त होने वाला अधिमिश्रित पद साधारण प्रेषण में प्रयुक्त होने वाले से कुछ भिन्न है। प्रदत्त अधिमिश्रण संकेत के साथ आउट-पुट की रेखीयता[2] की आवश्यकता की प्राप्ति अनिवार्य है। इसके अतिरिक्त एनोड चक्र की पृथ्वी के सापेक्ष धारिता को कम से कम होना चाहिए, जिससे अधिमिश्रक के ४ Mc प्रति सेकण्ड तक समान रूप से वोल्टता प्रदान करने के कार्य में आसानी पड़े। इस समस्या के हल के लिए एक C श्रेणी के पुश-पुल[3] अधिमिश्रित पद का उपयोग पर्याप्त है। पुश-पुल प्रवर्धक के अन्तर्वर्ती सन्तुलित स्वभाव के कारण एनोड-कुण्ड[4] के निम्न विभव बिन्दु पर परिपथ संवनित्र की आवश्यकता नहीं होगी। इसके स्थान पर कुण्ड के मध्य टैप[5] पर अधिमिश्रण वोल्टता देने के लिए एक छोटी सी प्रतिबन्धी कुण्डली[6] का उपयोग किया जा सकता है। प्रतिबंधी कुण्डली के चार उपयोग हैं—(१) कुण्ड के दो अर्ध भागों की जरा सी असमानता को ठीक करने के लिए सन्तरण-टैप[7] का कार्य करती है, (२) रेडियो आवृत्ति के बहाव को अधिमिश्रक चक्र में जाने से रोकती है, (३) उच्च शक्ति के पदों से निम्न शक्ति के अधिमिश्रित पदों में रेडियो आवृत्ति का प्रवाह रोकती है। इस प्रकार अनिच्छित पृष्ठ-पोषक[8] से उत्पन्न पुनरुत्पादन या आत्मदोलनों से रक्षा करती है, (४) उच्च वीडियो आवृत्तियों के लिए उच्च आवृत्ति क्षयपूर्तिकरण के एक भाग की भाँति कार्य करती है।

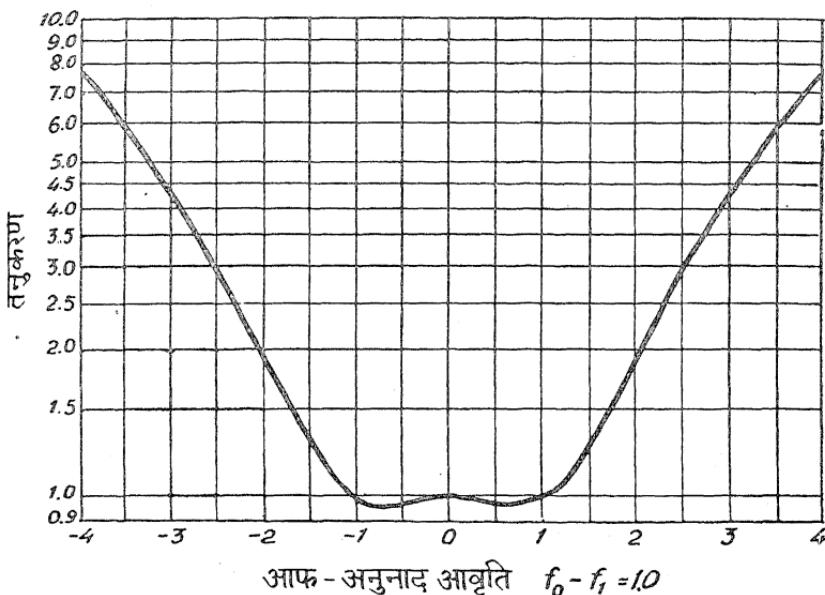
अधिमिश्रित पद का अच्छी प्रकार शिथिलीकरण[9] होना चाहिए। यदि शिथिलीकरण अपूर्ण है, तो यह देखा जाता है कि शून्य प्रदत्त अधिमिश्रण वोल्टता से भी मापी जा सकने वाली तथा कुछ कर सकने वाली r-f आउट-पुट वोल्टता प्राप्त होती है। इस अवशेष वोल्टता के दूरवीक्षण प्रेषकों में विशेष रूप से अवांछित होने का कारण यह है कि पोषक-प्रदत्त[10] वोल्टता तथा अधिमिश्रित वोल्टता देने के कारण प्रवाहित प्लेट धारा के प्रवाह से उत्पन्न वोल्टता में ९०° का कलान्तर विद्यमान होता है। अन्तर्वाहक ध्वनि प्रयुक्त करने वाले ग्राहकों में चित्र वाहक की कला में एकाएक विस्थापन होने से FM भेददर्शी परिचायक[11] को दी जाने वाली रेडियो आवृत्ति की कला में

1. Modulated stage, 2. Linearity, 3. Push-pull,
4. Anode tank, 5. Tap, 6. Choke coil,
7. Floating tank, 8. Feedback, 9. Neutralization,
10. Feed-through, 11. Detector.

एकाएक विस्थापन हो जाता है, जिससे ग्राहक की ओडियो[1] पद्धति में अवांछित वीडियों[2] संकेतों की उत्पत्ति होती है।

चित्र ४–४. FCC **नियन्त्रण के अनुसार आदर्श चित्र-प्रेषक के पट्टपथ[3] आवृत्ति लाक्षणिक।**

४–४.१. पट्ट-पथ युग्मित चक्र

अधिमिश्रित पद के कुण्डचक्र की पट्ट-चौड़ाई काफी होनी चाहिए, जिससे वाहक तथा पार्श्व-पट्टों[4] को एकसार आउट-पुट वोल्टता प्रदान की जा सके। वाहक के प्रत्येक ओर पार्श्व-पट्ट 4Mc तक विस्तृत होते हैं, एक पूर्ण द्वि-पार्श्व पट्ट[5] पद को ऐसी पट्ट-चौड़ाई की आवश्यकता होगी, जो आवश्यक रूप से 8Mc के लिए चौरस[6] हो।

चित्र ४–५. प्रवर्धक ट्यूबों के बीच युग्मित चक्र पट्ट-पथ, ट्रान्सफार्मर की भाँति।

1. Audio, 2. Video, 3. Band-pass, 4. Side bands, 5. Double-side band, 6. Flat.

चित्र ४–६. युग्मन[1] की विभिन्न मात्राओं के लिए दो समस्वरित चक्रों के सार्वभौम तनुकरण वक्र। अनुनाद पर, जहाँ $28/\sqrt{m}=0$ है, तनुकरण को 1 लिया गया है।

अवशेष-पार्श्व-पट्ट[2] प्रेषण में पट्ट चौड़ाई को संकुचित किया जा सकता है, क्योंकि नीचे के किनारे वाला पट्ट तन्वित[3] हो जाता है। यह वाहक आवृत्ति के 0·75 Mc नीचे से प्रारम्भ होता है जैसा चित्र ४–४ में प्रदर्शित किया गया है।

1. Coupling, 2. Vestigial-side-band, 3. Attenuated.

इस प्रकार ८ Mc के स्थान पर आवश्यक पट्ट-चौड़ाई 4+0·75=4·75 हुई। इस चक्र का रूप वैसे तो किसी भी ज्ञात पट्ट-पथ की भाँति हो सकता है, लेकिन सुविधा की दृष्टि से चित्र ४–५ में प्रदर्शित की भाँति, दो समस्वरित युग्मित चक्र प्रयुक्त किये जाते हैं। प्राथमिक[1] को अधिमिश्रक पद की एनोडों से जोड़ दिया जाता है तथा द्वैतीयक[2] को आगामी B श्रेणी के r-f प्रवर्धक पद के इन-पुट इलेक्ट्रोडों से जोड़ते हैं।

चित्र ४–७. दो समस्वरित चक्रों के तनुकरण लाक्षणिक। ये चक्र इस प्रकार युग्मित हैं कि लाक्षणिक चौरस तथा दो शिखा वाला है। दो चक्रों की मध्य अनुनाद आवृत्ति के तनुकरण के सापेक्ष शिखा-उत्थान केवल ३% है।

अवमन्दन पैदा करने के लिए प्रतिरोधकों से, ग्रिड धारा से, प्रेरित पद के इन-पुट प्रतिरोध से या इन विधियों के मिश्रण से काम लिया जाता है। हन्स रोडर[3] द्वारा प्रतिपादित गणितीय समीकरणों द्वारा युग्मन-दशाओं[4] को निर्धारित किया जा सकता है। इनके सार्वभौम तनुकरण, चित्र ४–६ में प्रदर्शित, के अध्ययन से पता चलता है कि जरा से उच्च-क्रान्तिक[5] युग्मन से लगभग एकसार प्रेषण का चौड़ा पट्ट प्राप्त होता है, लेकिन

1. Primary, 2. Secondary, 3. Hans Roder, 4. Coupling conditions, 5. Over critical.

इसमें शिखा उत्थान ३% का होता है, जो उस आवृत्ति के ०·७०७ गुने पर होता है, जो मध्य-आवृत्ति की भाँति उतना ही लाभ प्रदान करती है। यह चित्र ४–७ में प्रदर्शित है। यह वक्र उसी प्रकार का एक तनुकरण वक्र है, जैसा कि ग्राहक इन्जीनियर वरण-क्षमता[1] के लिए 'ऑन-ट्यून'[2] बिन्दु के साथ करते हैं, यह सामान्य[3] इन-पुट के १·० गुने पर f_0 से प्रदर्शित है। व्यापक तनुकरण वक्र के लिए निम्न लिखित निर्देश हैं—

$$A=\sqrt{1-2\left(1-\frac{n}{2m}\right)Z^2+Z^4} \quad (४—१५)$$

जहाँ

$$Z=\frac{2\delta}{\sqrt{m}} \quad (४—१६)$$

$$\delta=\frac{f_0 \text{ से आवृत्ति विचलन}}{\text{अनुनाद आवृत्ति } f_0} \quad (४—१७)$$

$$m=\frac{1}{Q_1Q_2}+k^2 \quad (४—१८)$$

$$n=\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2 \quad (४—१९)$$

k=प्राथमिक तथा द्वैतीयक के बीच युग्मन गुणांक

Q_1=प्राथमिक चक्र का Q

Q_2=द्वैतीयक चक्र का Q

समीकरण (४–१५) के निरीक्षण से पता चलता है कि 'शिखाओं' का कारण Z^2 पद का ऋणात्मक गुणांक है। जिस दशा में Z^2 पद का गुणांक शून्य हो जाय, वही क्रान्तिक युग्मन[4] की शर्त है, अतएव क्रान्तिक युग्मन के समय

$$1-\frac{n}{2m}=0 \quad (४–२०)$$

या

$$\frac{n}{2m}=1\cdot0 \quad (४–२१)$$

समीकरण (४–१९) तथा (४–१८) के अनुसार n तथा m के तुल्य मानों को समीकरण (४–२१) में स्थापित करने पर

1. Selectivity, 2. On tune, 3. Normal, 4. Critical coupling.

$$k_c=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{Q^2_1}+\frac{1}{Q^2_2}\right) \qquad (४–२२)$$

लेकिन चित्र ४–७ में दिखाये गये वक्र के लिए युग्मन क्रान्तिक से कुछ अधिक है। यह द्वैतीयक लाक्षणिक में द्वि-शिखा विद्यमान होने तथा Z^2 पद के गुणांक ऋणात्मक होने की बात कहने की दूसरी भाषा है। स्पष्ट है कि $\frac{n}{2m}$ का मान १·० से कम होना चाहिए। चित्र ४–७ के विशेष वक्र में इसका मान

$$\frac{n}{2m}=0{\cdot}75 \qquad (४–२३)$$

इसके अतिरिक्त इच्छित तनुकरण वक्र के निर्देशों के अनुसार समीकरण (४–१५) में वर्गमूल पद का मान $f=f_0 \pm f_1$ पर इकाई होना चाहिए। इस प्रकार

$$1-0{\cdot}5\, Z_1^2+Z_1^4=1$$

या

$$Z_1=\sqrt{0{\cdot}5}=0{\cdot}707=\frac{2\delta_1}{\sqrt{m}} \qquad (४–२४)$$

यहाँ f_1 से सम्बन्धित पथ-पट्ट[1] के किनारों के लिए δ के मान को δ_1 से प्रदर्शित किया गया है।

समीकरण (४–२४) को m के लिए हल करने पर

$$m=\left(\frac{2\delta_1}{0.707}\right)^2=8\delta_1^2 \qquad (४–२५)$$

समीकरण (४–२५) के m को समीकरण (४–१८) में रखने पर

$$k^2+\frac{1}{Q_1Q_2}=8\delta_1^2 \qquad (४–२६)$$

अब मान लो कि Q_1 का मान बहुत अधिक है, जैसा कि दक्ष[2] प्रेषक के लिए आवश्यक है। Q_1 के अनन्त मान के लिए समीकरण (४–२६) निम्नलिखित हो जाता है

$$k^2=8\delta_1^2 \qquad (४–२७)$$

समीकरण (४–२३) को n के लिए हल करने पर

$$n=1{\cdot}5m=1{\cdot}5\times 8\delta_1^2=12\delta_1^2 \qquad (४–२८)$$

समीकरण (४–२८) तथा (४–१९) से

1. Pass band, 2. Efficient.

$$\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2=12\delta_1^{\,2} \qquad (४–२९)$$

क्योंकि $Q_1>>Q_2$ समीकरण (४–२९) अनुमानतः

$$\frac{1}{Q_2^{\,2}}=12\delta_1^{\,2} \qquad (४–३०)$$

या

$$\frac{1}{Q_2}=\sqrt{12}\delta_1 \qquad (४–३१)$$

४–४.२. पट्ट-पथ युग्मित चक्र—द्वैतीयक श्रेणी समस्वरित

क्षण भर के लिए मान लिया कि अधिमिश्रित प्रवर्धक एक प्रेषण लाइन को पोषित करता है, जो सर्ज-अवबाधा[1] Z_o में समाप्त होती है। पुनः मान लो कि द्वैतीयक श्रेणी समस्वरित है तथा X_2 द्वैतीयक चक्र का उपपादक-प्रतिकर्तृत्व[2] प्रदर्शित करता है। तो परिभाषा के अनुसार Q_2 का मान

$$Q_2=\frac{X_2}{Z_o} \qquad (४–३२)$$

समीकरण (४–३२) को समीकरण (४–३१) में रखकर Z_o के लिए हल करने पर

$$\frac{Z_o}{X_2}=\sqrt{12}\delta_1$$

या

$$X_2=\frac{Z_o}{\sqrt{12}\delta_1}=\omega_o L_2$$

या

$$L_2=\frac{Z_o}{2\pi f_o\sqrt{12}\delta_1} \qquad (४–३३)$$

अब $\delta_1=f_1/f_o$ समीकरण (४–१७) से। इसको δ_1 के लिए Z_o ओम में तथा f_1 चक्र प्रति सेकण्ड के सहित समीकरण (४–३३) में रखने पर,

$$L_2=\frac{Z_0}{2\pi f_1\sqrt{12}}=\frac{0{\cdot}046Z_0}{f_1} \text{ हैनरी} \qquad (४–३४)$$

इस प्रकार श्रेणी-स्वरित द्वैतीयक प्रकार के युग्मित चक्र के लिए महत्त्वपूर्ण सारांश

1. Surge Impedance, 2. Inductive reactance.

यह निकलता है कि द्वैतीयक प्रेरकत्व वाहक आवृत्ति के अनाश्रित होता है तथा पूर्णरूपेण लोडिंग तथा पट्ट-चौड़ाई पर आश्रित होता है।

क्योंकि द्वैतीयक f_0 चक्र प्रति सेकण्ड पर अनुनादित है, यदि f_1 तथा f_0 चक्र प्रति सेकण्ड तथा Z_0 ओम में हो, तो द्वैतीयक की श्रेणी-धारिता

$$C_2=\frac{1}{\omega_0{}^2 L_2}=\frac{1}{4\pi^2 f_0{}^2(0\cdot046)Z_0}$$

$$=\frac{0\cdot55f_1}{Z_0f_0{}^2} \text{ फैराड} \qquad (४–३५)$$

प्राथमिक चक्र के नियतांकों को, जिनमें L शण्ट टैंक प्रेरकत्व[1] तथा C_1 शण्ट टैंक धारिता है, हल करने के लिए प्रेषक ट्यूब पर लोड की कल्पना करनी चाहिए, अर्थात् यह मानना चाहिए कि, उदाहरण के लिए, ट्यूब पर पड़ी दर के अन्दर सर्वाधिक पावर-आउट-पुट प्रदान करने के लिए, ट्यूब R_0 ओम के लोड में कार्य करता है।

युग्मित चक्रों के समीकरणों के अनुसार द्वैतीयक लोड Z_0 के कारण L_1 के साथ श्रेणी में युग्मित प्रतिरोध

$$R_{12}=\frac{X_m{}^2}{Z_0} \qquad (४–३६)$$

यह प्रतिरोध अपने क्रम में शण्ट प्रतिरोध R_0, ट्यूब लोड प्रतिरोध के रूप में प्रकट होता है।

$$R_0=\frac{X_1{}^2}{R_{12}} \qquad (४–३७)$$

जहाँ कि X_1=प्राथमिक स्वरित चक्र का प्रतिकर्तृत्व[2] समीकरण (४–३६) के R_{12} का मान समीकरण (४–३७) में रखने पर

$$R_0=\frac{X_1{}^2 Z_0}{X^2{}_m} \qquad (४–३८)$$

अब पारस्परिक प्रतिकर्तृत्व

$$X_m=k\sqrt{X_1 X_2} \qquad (४–३९)$$

1. Shunt tank inductance, 2. Reactance.

समीकरण (४–३९) को समीकरण (४–३८) में रखने पर

$$R_0 = \frac{X_1^2 Z_0}{k^2 X_1 X_2} = \frac{X_1 Z_0}{k X_2} \qquad (४–४०)$$

लेकिन $Z_0/x_2 = 1/Q_2$ जो कि समीकरण (४–३१) से $\sqrt{12}\ \delta_1$ के बराबर है तथा समीकरण (४–२७) से k^2 का मान $8\delta_1{}^2$ है।
इन समतुल्य मानों को समीकरण (४–४०) में रखने पर

$$R_0 = \frac{X_1 \sqrt{12}\ \delta_1}{8\delta_1{}^2} = \frac{X_1 \sqrt{12}}{8\delta_1} \qquad (४–४१)$$

समीकरण (४–४१) को X_1 के लिए हल करके तथा X_1 को $^1/\omega_0\ C_1$ के बराबर करके C_1 का हल किया जा सकता है

$$X_1 = \frac{8\delta_1 R_0}{\sqrt{12}} = \frac{1}{\omega_0 C_1}$$

जिसमें से f_1 के चक्र प्रति सेकेण्ड तथा R_0 के ओम में होने पर

$$C_1 = \frac{\sqrt{12}}{8\omega_0 \delta_1 R_0} = \frac{\sqrt{12}}{8(2\pi f_0)(f_1/f_0)R_0}$$

$$= \frac{\sqrt{12}}{16\pi f_1 R_0} = \frac{0{\cdot}069}{f_1 R_0} \text{ फैराड} \qquad (४–४२)$$

इस प्रकार हम इस महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि प्राथमिक धारिता वाहक आवृत्ति के निराश्रित होती है तथा यह केवल इच्छित ट्यूब और पट्ट-चौड़ाई पर आश्रित है।

प्राथमिक प्रेरकत्व L_1 का मान साधारण अनुनाद समीकरणों से ज्ञात किया जा सकता है। f_1 तथा f_0 के चक्र प्रति सेकण्ड तथा R_0 के ओम में होने पर

$$L_1 = \frac{1}{\omega_0{}^2 C_1} = \frac{1}{4\pi^2 f_0{}^2 C_1} = \frac{f_1 R_0}{4\pi^2 f_0{}^2 (0{\cdot}069)}$$

$$= \frac{0{\cdot}367 f_1 R_0}{f_0{}^2} \text{ हेनरी} \qquad (४–४३)$$

इन न्यासों[1] को चित्र ४–८ की भाँति सारणी में लिखा जा सकता है।

चित्र ४–८. पट्ट-पथ[2] चक्र के नियतांकों के सूत्र। इसमें शिखा-उत्थान ३% तथा द्वैतीयक श्रेणी समस्वरित है।

४–४.३. पट्ट-पथ युग्मित चक्र : द्वैतीयक शण्ट समस्वरित

जब Z_0 को L_2 तथा C_2 के समानान्तर में जोड़ें, तो द्वैतीयक श्रेणी समस्वरित के साथ पर शण्ट समस्वरित हो जाती है। इस प्रकार युग्मित चक्रों के लिए भी सूत्रों की स्थापना की जा सकती है।

समीकरण (४–३२) के सभी समीकरण सब प्रकार के द्वैतीयक चक्रों में लागू होते हैं। लेकिन शण्ट चक्र में

1. Data, 2. Band pass.

$$Q_2=\frac{R_2}{X_2} \qquad (४–४४)$$

जहाँ कि R_2=शण्ट लोड प्रतिरोध

X_2=द्वैतीयक कुण्ड की धारितायुक्त शाखा का प्रतिकर्तृत्व।

समीकरण (४–४४) को समीकरण (४–३१) में रखने पर

$$\frac{X_2}{R_2}=\sqrt{12}\ \delta_1$$

$$X_2=R_2\sqrt{12}\ \delta_1=\frac{1}{\omega_0 C_2}$$

या

$$C_2=\frac{1}{2\pi f_0\ R_2\sqrt{12}\ \delta_1} \qquad (४–४५)$$

अब $\delta=f_1/f_0$ समीकरण (४–१७) से। f_0 f_1 के लिए समीकरण (४–४५) में f_1 रखने से, R_2 के ओम में तथा f_1 के चक्र प्रति सेकण्ड में होने पर

$$C_2=\frac{1}{2\pi f_1 R_1\sqrt{12}}=\frac{0\cdot046}{f_1 R_2} \text{ फैराड} \qquad (४–४६)$$

इस प्रकार शण्ट समस्वरित द्वैतीयक प्रकार के युग्मित चक्रों के लिए यह निष्कर्ष निकलता है कि द्वैतीयक शण्ट धारिता वाहक आवृत्ति के निराश्रित है तथा वह शण्ट लोडिंग और पट्ट-चौड़ाई पर पूर्ण रूप से आश्रित होती है।

क्योंकि द्वैतीयक f_0 चक्र प्रति सेकण्ड पर अनुनादित है, अतएव f_1 तथा f_0 के चक्र प्रति सेकण्ड तथा R_2 के ओम में होने पर द्वैतीयक शण्ट प्रेरकत्व

$$L_2=\frac{1}{\omega_0{}^2 C_2}=\frac{1}{4\pi^2 f_0{}^2 C_2}=\frac{f_1 R_2}{4\pi^2 f_0{}^2(0\cdot046)}$$

$$=\frac{0\cdot55 f_1 R_2}{f_0{}^2} \text{ हेनरी} \qquad (४–४७)$$

युग्मित चक्र के समीकरणों के अनुसार द्वैतीयक लोड R_2 के कारण प्राथमिक चक्र के L_1 के साथ श्रेणी युग्मित प्रतिरोध

$$R_{12}=\frac{X_m{}^2 R_2}{X_2{}^2} \qquad (४–४८)$$

यह प्रतिरोध शण्ट प्रतिरोध R_0, प्रेषक ट्यूब को प्रदत्त लोड प्रतिरोध, की भाँति प्रकट होता है तथा यह

$$R_0=\frac{X_1{}^2}{R_{12}}=\frac{X_1{}^2\ X_2{}^2}{X^2{}_m\ R_2} \qquad (४–४९)$$

$\frac{X_2}{R_2}$ के लिए $\frac{1}{Q_2}$ तथा X_m^2 के लिए $k^2X_1X_2$ रखने पर (४–४९) समीकरण निम्नलिखित रूप ग्रहण कर लेता है

$$R_0 = \frac{X_1^2 X_2}{k^2 X_1 X_2 Q_2} = \frac{X_1}{k^2 Q_2} \quad (४–५०)$$

लेकिन समीकरण (४–२७) से $k^2 = 8\delta_1^2$ तथा समीकरण (४–३१) से $\frac{1}{Q_2} = \sqrt{12}\,\delta_1$ अतः इन मानों के रखने पर समीकरण (४–५०) निम्नलिखित हो जाता है—

चित्र ४–९. ३% शिखा-उत्थान वाले पट्ट-पथ चक्र के नियतांकों के लिए सूत्र। द्वैतीयक शण्ट समस्वरित।

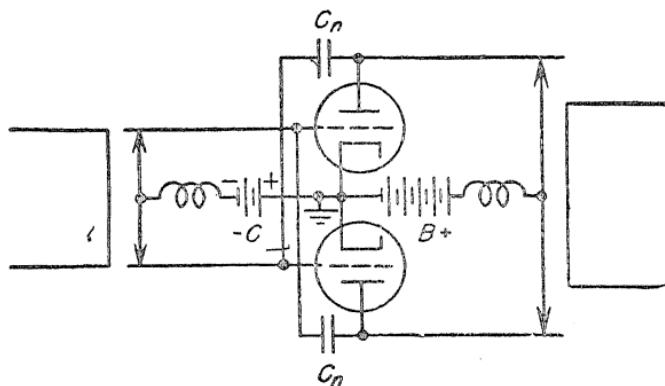
$$R_0 = \frac{X_1\sqrt{12}\,\delta_1}{8\delta_1^{\,2}} = \frac{X_1\sqrt{12}}{8\delta_1} \qquad (४–५१)$$

यह समीकरण युग्मित चक्र के श्रेणी समस्वरित द्वैतीयक चक्र प्रकार के समीकरण (४–४१) के पूर्ण समान है। अतएव प्राथमिक प्रेरकत्व तथा धारिता समीकरण (४–४३) तथा (४–४२) के दिये अनुसार ही होंगी।

शण्ट-बद्ध द्वैतीयक-चक्र प्रकार के युग्मित चक्र के लिए उक्त न्यासों का सार चित्र ४–९ में दिया गया है।

यह दोनों चित्रों ४–८ तथा ४–९ में निर्देशित किया गया है कि C_1 में ट्यूब धारिता शामिल है। कभी-कभी ऐसा भी हो सकता है कि जब C_1 का मान हल करके निकाला जाय, तो यह ट्यूब धारिता से कम प्राप्त हो। यदि ऐसा होता हो, तो यह मानना आवश्यक हो जाता है कि R_0 के बजाय C_1 दी हुई है, तब C_1 के लिए समीकरण से R_0 का हल करेंगे। इस प्रकार

$$R_0 = \frac{0{\cdot}069}{f_1 C_1} \qquad (४\text{-}५२)$$

क्योंकि अब R_0 अपने उस मान से कम है, जो एक निर्वात ट्यूब के लिए निर्देशित किया जाता है, अतः इस बात की शायद आवश्यकता हो कि ट्यूब की प्लेट वोल्टता को घटा दिया जाय, जिससे प्लेट धारा या प्लेट-ह्रास[1] को अत्यधिक होने से रोका जा सके। फलतः दूरवीक्षण के बजाय अन्य सेवाओं के लिए उपलब्ध शक्ति से इस दशा में आउट-पुट शक्ति कम हो जायगी।

दूरवीक्षण प्रेषक चक्रों की यान्त्रिक बनावट में सबसे अधिक सावधानी इस बात की रखनी चाहिए कि भ्रान्त[2] धारिता न्यूनातिन्यून होने चाहिए जिससे निर्वात ट्यूब की पूर्ण आउट-पुट क्षमताओं को प्राप्त किया जा सके।

४–५. B श्रेणी के रैखिक प्रवर्धक : कैथोड पृथ्वी से सम्बन्धित

अधिमिश्रित[3] प्रवर्धक की शक्ति आउट-पुट कुछ वाट[4], यथा ३ वाट के क्रम की होती है। प्रेषक की दर[5] पाँच किलोवाट हो सकती है, इसलिए यह आवश्यक है कि उच्च शक्ति प्राप्त करने के लिए काफी रैखिक रेडियो-आवृत्ति प्रवर्धन करना चाहिए।

1. Plate dissipation, 2. Stray, 3. Modulated, 4. Watt, 5. Rating.

निर्वात ट्यूबों को B श्रेणी के प्रवर्धकों की भाँति जोड़ने की दो साधारणतया प्रयुक्त विधियाँ हैं। प्रथम विधि तो आम तौर पर निम्न-आवृत्ति प्रेषकों में प्रयुक्त की जाती है। इस विधि में कैथोड को रेडियो-आवृत्ति पृथ्वी वोल्टता[1] पर कार्यान्वित किया जाता है। यदि स्क्रीन-ग्रिड ट्यूब प्रयुक्त किये जा रहे हों, तो इस पद के इन-पुट तथा आउट-

चित्र ४–१०. उदासीन[2] कैथोड-पृथ्वी सम्बन्धित पुश-पुल[3] रेडियो आवृत्ति प्रवर्धक, जिसमें ग्रिड प्रेषण लाइन प्रकार की तथा प्लेट समस्वरित चक्र प्रकार की है।

पुट के बीच अवशिष्ट युग्मता पर यह निर्भर रहता है कि उदासीनीकरण की आवश्यकता है या नहीं। जब ट्रायोड का उपयोग किया जाय तो उदासीनीकरण आवश्यक है। साधारण चक्र में दो समान ट्यूबों को पुश-पुल[4] में प्रयुक्त किया जाता है। चित्र ४–१० में ट्रायोड-पृथ्वीबद्ध कैथोड प्रकार के लाक्षणिक[5] प्रवर्धक को प्रदर्शित किया गया है। ट्यूबों के कार्यान्वित करने की दूसरी विधि तथाकथित 'पृथ्वी-बद्ध ग्रिड चक्र' है। इसका वर्णन धारा ४–६ में किया जायगा।

४–५.१ ग्रिड चक्र

ग्रिड तथा प्लेट टैंक चक्रों को समस्वरणीय[6] लाइनों की भाँति तथा उदासीनीकारक संघनित्रों को C_n से प्रदर्शित किया गया है। उदासीनीकारक धारिता आन्तरिक ग्रिड से प्लेट ट्यूब अन्तः इलेक्ट्रोड धारिता के लगभग बराबर होती है। ग्रिड टैंक चक्र के सिरों पर कुल शण्ट धारिता अनुमानतः

1. Ground potential, 2. Neutralized, 3. Push-pull, 4. Push-pull, 5. Typical, 6. Tunable.

$$C_{gpp}=\frac{C_{gf}+C_{gp}+C_n}{2} \qquad (४-५३)$$

जहाँ कि C_{gf}, C_{gp} तथा C_n एक ही इकाई[1] के लिए हैं।

प्रेषण लाइन के धनात्मक प्रतिकर्तृत्व[2] से कार्यवाहक रेडियो आवृत्ति पर इस धारिता के प्रतिकर्तृत्व को स्वरित कर देना चाहिए।

एक प्रेषक लाइन का प्रतिकर्तृत्व, जो सुदूर के सिरे पर शार्ट-सर्किट कर दी गयी है, निम्नलिखित विख्यात सम्बन्ध से ज्ञात किया जा सकता है

$$X_1=Z_{01} \tan \phi_1 \qquad (४-५४)$$

जहाँ Z_{01}—लाइन की सर्ज[3] अवबाधा

ϕ_1—लाइन की 'विद्युतीय'[4] लम्बाई।

जब वायु को पार विद्युत् माध्यम[5] की भाँति प्रयुक्त किया जाता है तो लाइन की विद्युतीय लम्बाई निम्न सम्बन्ध से प्राप्त होती है

$$\phi=\frac{2\pi s}{\lambda} \text{ रेडियन } =\frac{360s}{\lambda} \text{ अंश} \qquad (४-५५)$$

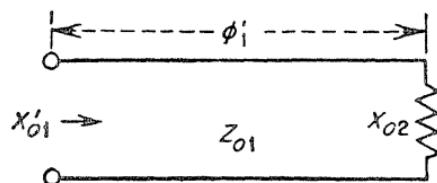
जहां s=लाइन की लम्बाई

λ=तरंग दैर्ध्य, उसी इकाई में, जिसमें s है।

लेकिन यह प्रतिकर्तृत्व सम्पूर्ण प्रतिकर्तृत्व नहीं है। दो चालकों के बीच शार्ट-सर्किटिंग करने वाले अवयव का भी प्रतिकर्तृत्व होता है। शार्ट-सर्किट करने वाले चालक को समरूप[6] मानकर यह प्रतिकर्तृत्व निम्नलिखित होता है

$$X_2=Z_{02} \tan \phi_2 \qquad (४-५६)$$

जहाँ Z_{02}=निस्पन्द[7] बिन्दु से द्वि-चालक लाइन की भाँति दृष्ट शार्ट-सर्किटिंग छड़ की प्रभावकारी सर्ज अवबाधा।

ϕ_2=निस्पन्द बिन्दु से शार्ट-सर्किट बिन्दु तक की विद्युतीय लम्बाई।

सम्पूर्ण प्रयोगात्मक कार्यों के लिए, शार्ट-सर्किटिंग छड़ की सर्ज अवबाधा को ऐसी द्वि-चालक प्रेषण लाइन की अवबाधा के तुल्य माना जा सकता है, जिसमें चालकों के बीच की दूरी निस्पंद बिन्दु से शार्ट-सर्किट बिन्दु तक की दूरी के बराबर हो।

1. Unit, 2. Reactance, 3. Surge, 4. Electrical, 5. Dielectric medium, 6. Uniform, 7. Nodal.

ट्यूब से इस प्रकार के मिश्रित प्रतिकर्तृत्व में देखने पर अवबाधा एक ऐसी प्रेषण लाइन के समीकरण से दी जाती है, जो एक Z_2 अवबाधा में समाप्त होती हो, जैसा चित्र ४–११ में दिखाया गया है।

$$X'_{01} = Z_{01}\left(\frac{\frac{X_{02}}{Z_{01}} + \tan \phi'_1}{1 - \frac{X_{02}}{Z_{01}} \tan \phi'_1}\right) \qquad (४–५७)$$

यदि शार्ट-सर्किट करने वाली छड़ के प्रतिकर्तृत्व को भी गणना में लाया जाय, तो प्रतिकर्तृत्व के इस मान को ट्यूब के धारिता प्रतिकर्तृत्व[1] से अनुनादित करना चाहिए।

चित्र ४–११. ϕ_1' लम्बाई की प्रेषण लाइन में देखने से प्रभावकारी प्रतिकर्तृत्व X'_{01} तथा सर्ज अवबाधा जो X_{02} प्रतिकर्तृत्व में समाप्त होती है।

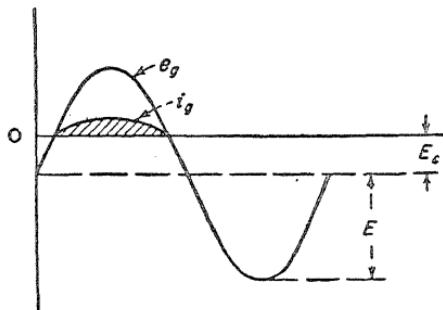
द्वि-चालक लाइनों के दो प्रकारों के लिए सर्ज अवबाधा निम्नलिखित सन्निकटीय[2] सूत्रों से दी जाती है।

१. द्वि-तार लाइन केन्द्र से केन्द्र तक की दूरी D, तार का व्यास d तथा वायु के पार-विद्युत्-माध्यम होने पर

$$Z_0 = 276 \log_{10} \frac{2D}{d} \qquad (४-५८)$$

२. चौरस-पत्ती[3] लाइन, दूरी D, पत्ती की चौड़ाई b तथा पार-विद्युत्-माध्यम वायु

$$Z_0 = \frac{377D}{b} \qquad (४-५९)$$

वृत्ताकार परिच्छेद वाली शार्ट-सर्किट करने वाली छड़ की, जिसकी पूर्ण लम्बाई x हो,

1. Capacitive reactance, 2. Approximate, 3. Flat-strip.

पुट निम्न-संकेत[1] इन-पुट के लिए कम हो जाय; तब भी लोडिंग के परिवर्तित होने के कारण आवृत्ति प्रतिक्रिया वक्र में परिवर्तित हो ही जाती हैं।

प्रत्यक्ष ट्यूब-लोडिंग का दूसरा उद्गम है—ग्रिड-ऋजुकरण[2] या चालकता, जब कि तत्क्षण[3] ग्रिड वोल्टता शून्य से धनात्मक दिशा में बढ़ जाती है। इस प्रतिरोध लोडिंग के मान को निम्नलिखित रीति से काफी शुद्धता के साथ ज्ञात कर सकते हैं।

मान लिया कि ग्रिड-बायस वोल्टता E_c वोल्ट है तथा रेडियो आवृत्ति उत्तेजक वोल्टता $E \sin \phi$ है। तो ग्रिड वोल्टता

$$e_g = E_c + E \sin \phi \qquad (४–६२)$$

चित्र ४–१२. एक रेडियो आवृत्ति चक्र पर तत्क्षण ग्रिड वोल्टता तथा ग्रिड धारा।

चित्र ४–१२ में ग्रिड वोल्टता तथा धारा की दशाओं को प्रदर्शित किया गया है। ग्रिड धारा उस समय प्रवाहित होने लगती है, जब ग्रिड वोल्टता ज्या-तरंग[4] के निम्नलिखित कोण पर धनात्मक हो जाती है—

$$a_1 = \text{Sin}^{-1} \frac{-E_c}{E} \qquad (४–६३)$$

तथा निम्न कोण पर समाप्त हो जाती है

$$a_2 = \pi - a_1 = \pi - \sin^{-1} \frac{-E_c}{E} \qquad (४–६४)$$

यदि तत्क्षण ग्रिड वोल्टता तथा धारा में निम्नलिखित सम्बन्ध हो

$$r_g = \frac{e}{i} \qquad (४–६५)$$

1. Low-signal, 2. Rectification, 3. Instantaneous, 4. Low-signal, 5. Sine-wave.

जहाँ कि r_g का ढाल[1] e_g है, लाक्षणिक है, तो ग्रिड पर क्षय हुए वाटों[2] की गणना निम्नांकित द्वारा की जा सकती है——

$$W = ei = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{(E_c + E\sin\phi)^2}{r_g} . d\phi \qquad (४–६६)$$

$$= \frac{1}{2\pi r_g}\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\left[E^2{}_c + 2\,E\,E_c \sin\ \phi + \frac{E^2}{2}(1 - \cos 2\ \phi)\right] d\phi \qquad (४–६७)$$

$$W = \frac{1}{2\pi r_g}\left[\left(E_c{}^2\phi - 2\,EE_c\ \cos\phi + \frac{E^2\phi}{2} - \frac{E^2}{4}\ \sin 2\,\phi\right)\right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} \qquad (४–६८)$$

सीमाओं का मान प्रस्थापित करने से पहले त्रिकोणमिति तथा चित्र ४–१२ पर विचार करने से

$$\cos\ \alpha_1 = \frac{\sqrt{E^2 - E_c{}^2}}{E} \qquad (४–६९)$$

तथा

$$\cos\ \alpha_2 = \frac{-\ \sqrt{E^2 - E_c{}^2}}{E} \qquad (४–७०)$$

और त्रिकोणमिति से

$$\sin\ 2\ \phi = 2\ \sin\ \phi\ \cos\ \phi \qquad (४–७१)$$

इस विशेष परिस्थिति के लिए

$$\sin\ 2\ \alpha_1 = 2\left(\frac{-E_c}{E}\right)\left(\frac{\sqrt{E^2 - E_c{}^2}}{E}\right) \qquad (४–७२)$$

और

$$\sin\ 2\ \alpha_2 = 2\left(\frac{-E_c}{E}\right)\left(\frac{-\ \sqrt{E^2 - E_c{}^2}}{E}\right) \qquad (४–७३)$$

$$= 2\left(\frac{E_c}{E}\right)\left(\frac{\sqrt{E^2 - E_c{}^2}}{E}\right)$$

अब समीकरण (४–६८) में सीमाओं को प्रस्थापित करने से

1. Slop. 2. Wttas.

$$W=\frac{1}{2\pi r_g}\Big[\Big(E_c^2+\frac{E^2}{2}\Big)\Big(\pi-2\sin^{-1}\frac{-E_c}{E}\Big)+4EE_c\frac{\sqrt{E^2-E_c^2}}{E} -\frac{E^2}{4}\cdot\Big(\frac{4E_c}{E}\Big)\Big(\frac{\sqrt{E^2-E_c^2}}{E}\Big)\Big] \quad (४–७४)$$

जो सरल होकर निम्न रूप ग्रहण कर लेता है—

$$W=\frac{1}{2\pi r_g}\Big[\Big(E_c^2+\frac{E^2}{2}\Big)\Big(\pi-2\sin^{-1}\frac{-E_c}{E}\Big)+3E_c\sqrt{E^2-E_c^2}\Big] \quad (४–७५)$$

अब समतुल्य r-f लोडिंग प्रतिरोध R_0, का, जो बराबर वाट क्षय प्रदान करता है, ग्रिड वोल्टता से निम्नलिखित सम्बन्ध है

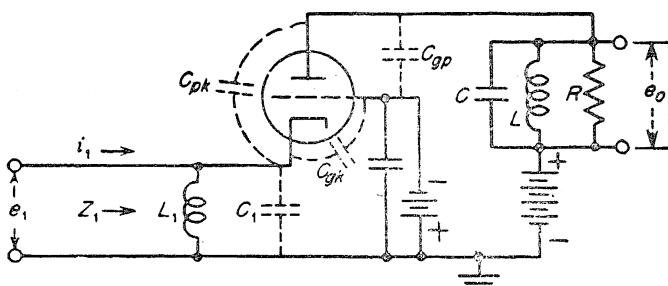
$$W=\frac{(E/\sqrt{2})^2}{R_0}=\frac{E^2}{2R_0} \quad (४–७६)$$

समीकरण (४–७६) तथा (४–७५) को बराबर लिखकर R_o के लिए हल करने से

$$R_0=\frac{\pi r_g}{\Big(\frac{E_c^2}{E^2}+\frac{1}{2}\Big)\Big(\pi-2\sin^{-1}\frac{-E_c}{E}\Big)+\frac{3E_c}{E}\sqrt{1-\frac{E_c^2}{E^2}}} \quad (४–७७)$$

इस प्रकार प्रभावकारी प्रतिरोध E_c के E से अनुपात पर निर्भर रहता है। तथा कथित 'शून्य-बायस प्रवर्धक' में एक विशेष परिस्थिति उत्पन्न होती है। इस दशा में $E_c=0$। अतएव समीकरण (४–७७) को सरल करने से

$$R_o=2\,r_g \quad (४–७८)$$

जिसका अभिप्राय है कि प्रभावकारी लोड प्रतिरोध ट्यूब के ग्रिड से कैथोड प्रतिरोध के दुगुने के बराबर होता है। यही निष्कर्ष उस समय निकलता है, जब एक सीमान्त दशा में $E \gg E_c$ अर्थात् यदि बायस की तुलना में उत्तेजक वोल्टता काफी अधिक हो, तो प्रभावकारी लोड प्रतिरोध सीमान्त दशा में $2r_g$ के सन्निकट हो जाता है। ८२६ ट्रायोड के लिए r_g का मध्यमान मान लगभग १,००० ओम होता है, जो निम्न-उत्तेजक वोल्टताओं के लिए कुछ अधिक होता है।

४–६. B श्रेणी के रैखिक प्रवर्धक : ग्रिड पृथ्वी से सम्बन्धित

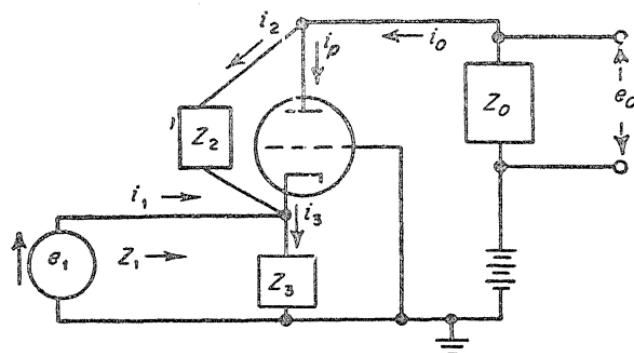
अत्यन्त उच्च आवृत्तियों पर कैथोड को पृथ्वी से सम्बन्धित करके कार्य करने में (क) अपूर्ण उदासीनीकरण, (ख) परिवर्तनशील ग्रिड लोडिंग तथा (ग) उदासीनी-कारक संधनित्रों की बहुलता द्वारा चक्र की उच्च धारिता के कारण आने वाली कठिनाइयों की वजह से ग्रिड पृथ्वी से सम्बन्धित प्रवर्धकों के उपयोग की ओर अधिक रुझान हो

गया है। सममिति[1] प्राप्त करने के लिए प्रवर्धक को साधारणतया पुश-पुल[2] के आकार में समंजित करते हैं, लेकिन विश्लेषण करने के लिए चित्र ४-१३ में प्रदर्शित की भाँति केवल एक ट्यूब वाले प्रवर्धक पर विचार किया जायगा।

यह मान लिया जायगा कि कोई भी d-c ग्रिड धारा प्रवाहित नहीं होती, अन्त में ग्रिड धारा को विचारान्तर्गत लाने के लिए परिवर्तन किया जायगा।

यह स्पष्ट है, क्योंकि रेडियो आवृत्ति के लिए ग्रिड पृथ्वी से सम्बन्धित है, अतः ग्रिड से प्लेट की धारिता को प्लेट-आउट-पुट समस्वरण[3] धारिता C के एक भाग की तरह सोच सकते हैं। इसी प्रकार ग्रिड से कैथोड की धारिता को कैथोड से पृथ्वी की इन-पुट समस्वरण धारिता C_1 के एक भाग की तरह सोच सकते हैं। प्लेट से कैथोड की धारिता किसी दूसरी धारिता के साथ शामिल नहीं की जा सकती, इसलिए

चित्र ४–१३. ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक चक्र, जिसमें इन-पुट वोल्टता e_1 तथा आउट-पुट वोल्टता e_2 है।

Cgk = ग्रिड से कैथोड धारिता
Cgp = ग्रिड से प्लेट धारिता
Cpk = प्लेट से कैथोड धारिता
C_1 = कैथोड से पृथ्वी की धारिता
L_1 = इन-पुट समस्वरण प्रेरकत्व
L = आउट-पुट समस्वरण प्रेरकत्व
C = आउट-पुट समस्वरण धारिता
R = आउट-पुट लोड प्रतिरोध
I_1 = इन-पुट धारा
Z_1 = इन-पुट अवबाधा

1. Symmetry, 2. Push-pull, 3. Tuning.

विश्लेषण में लायी जानी चाहिए। यदि यह मान लिया जाय कि R, L तथा C मिलकर एक अवबाधा Z_0, C_1 तथा L_1 मिलकर एक अवबाधा Z_3 बनायें तथा C_{pk} को अवबाधा Z_2 कहा जाय, तो एक सरल चित्र ४–१४ की उत्पत्ति होती है।

चित्र ४–१४. चक्र-विश्लेषण के लिए ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक का दोबारा खींचा हुआ सरल रूप।

चित्र ४–१४ में निम्न धाराओं को प्रदर्शित किया गया है—

i_1 = इन-पुट लाइन धारा
i_2 = Z_2 में होकर प्रवाहित धारा
i_3 = Z_3 में होकर प्रवाहित धारा
i_0 = Z_0 में होकर प्रवाहित धारा

तब धारा तथा वोल्टता समीकरण निम्नलिखित होते हैं —

$$i_0 = i_2 + i_p \qquad (४\text{-}७९)$$

$$i_3 = i_1 + i_2 + i_p \qquad (४\text{-}८०)$$

$$e_g = -e_1 \qquad (४\text{-}८१)$$

$$i_p = \frac{\mu eg + e_0 - e_1}{r_p} \qquad (४\text{-}८२)$$

$$Z_1 = \frac{e_1}{i_1} \qquad (४\text{-}८३)$$

$$e_0 = -i_0 Z_0 \qquad (४\text{-}८४)$$

$$e_1 = i_3 Z_3 \qquad (४\text{-}८५)$$

$$e_0 - e_1 = i_2 Z_2 \qquad (४\text{-}८६)$$

४–६.१. वोल्टता लाभ

अब e_0/e_1, के लिए, जो प्रवर्धक के वोल्टता लाभ को प्रदर्शित करता है, हल प्राप्त किया जायगा।

e_g के लिए समीकरण (४–८१) को समीकरण (४–८२) में रखने पर

$$i_p = \frac{-(\mu+1)\,e_1 + e_0}{r_p} \tag{४-८७}$$

समीकरण (४–७९) को i_p के लिए हल करने पर

$$i_p = i_0 - i_2 \tag{४-८८}$$

समीकरण (४–८४) को i_0 के लिए हल करने से

$$i_0 = \frac{-e_0}{Z_0} \tag{४-८९}$$

समीकरण (४–८४) को i_2 के लिए हल करने से

$$i_2 = \left(\frac{e_0 - e_1}{Z_2}\right) \tag{४-९०}$$

समीकरण (४–८९) तथा (४–९०) को क्रमशः i_0 तथा i_2 के लिए समीकरण (४–८८) में रखने पर

$$i_p = \frac{-e_0}{Z_0} - \frac{e_0 - e_1}{Z_2} \tag{४-९१}$$

समीकरण (४–९१) को i_p के लिए समीकरण (४–८७) में रखने पर

$$-\frac{e_0}{Z_0} - \frac{e_0 - e_1}{Z_2} = \frac{-(\mu+1)e_1 + e_0}{r_p} \tag{४-९२}$$

समीकरण (४–९२) को $\frac{e_0}{e_1}$ के लिए हल करने पर

$$\frac{e_0}{e_1} = \frac{\dfrac{\mu+1}{r_p} + \dfrac{1}{Z_2}}{\dfrac{1}{Z_0} + \dfrac{1}{r_p} + \dfrac{1}{Z_2}} \tag{४-९३}$$

वोल्टता प्रवर्धन के लिए यह एक पूर्ण हल है। निम्न रेडियो आवृत्तियों या श्रुत आवृत्तियों पर Z_2 अनन्त हो जाता है, अतएव समीकरण (४–९३) सरल होकर निम्न रूप ग्रहण कर लेता है—

$$\frac{e_0}{e_1}=\frac{\frac{\mu+1}{r_p}}{\frac{1}{Z_0}+\frac{1}{r_p}}=\frac{Z_0(\mu+1)}{r_p+Z_0} \qquad (४\text{-}९४)$$

यह व्यंजक कैथोड-पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक के लिए प्राप्त व्यंजक के काफी समान है, भेद केवल इतना है कि ग्रिड पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक के लिए व्यंजक में μ के स्थान पर $(\mu+1)$ आता है।

४–६.२. इन-पुट-अवबाधा

इन-पुट या प्रेरक-बिन्दु अवबाधा भी महत्त्वपूर्ण होती है। इसको समीकरण (४–८३) से i_1 के लिए प्रस्थापना करके निम्नलिखित प्रकार से प्राप्त किया जा सकता है। समीकरण (४–८०) को i_1 के लिए हल करने पर

$$i_1=i_3-i_2-i_p \qquad (४\text{-}९५)$$

लेकिन समीकरण (४–८५) से

$$i_3=\frac{e_1}{Z_3} \qquad (४\text{-}९६)$$

इस प्रकार समीकरण (४–९६), (४–९०) और (४–९१) को क्रमशः i_3, i_2 और i_p के लिए समीकरण (४–९५) में रखने पर

$$i_1=\frac{e_1}{Z_3}-\frac{e_0-e_1}{Z_2}+\frac{e_0}{Z_0}+\frac{e_0-e_1}{Z_2}$$

$$=\frac{e_1}{Z_3}+\frac{e_0}{Z_0}=e_1\left[\frac{1}{Z_3}+\frac{e_0}{e_1}\left(\frac{1}{Z_0}\right)\right] \qquad (४\text{-}९७)$$

इस प्रकार

$$\frac{e_1}{i_1}=\frac{1}{\frac{1}{Z_3}+\frac{e_0}{e_1}\left(\frac{1}{Z_0}\right)}=Z_1 \qquad (४\text{-}९८)$$

समीकरण (४–९३) को e_0/e_1 के लिए समीकरण (४–९८) में रखने पर

$$Z_1=\frac{1}{\frac{1}{Z_3}+\frac{(\mu+1)/r_p+(1/Z_2)}{1+(Z_0/r_p)+(Z_0/Z_2)}} \qquad (४\text{-}९९)$$

इन-पुट अवबाधा के लिए यह पूर्ण हल है। निम्न या मध्यम आवृत्तियों पर Z_3 तथा Z_2 को अन्य राशियों की तुलना में अनन्त माना जा सकता है। अतएव सन्निकटत:

$$Z_1 \cong \frac{1}{\frac{(\mu+1)/r_p}{1+(Z_0/r_p)}} \cong \frac{u+Z_0}{\mu+1} \qquad (४\text{-}१००)$$

यदि $\mu \gg 1$ तथा $r_p \gg Z_0$ हो, तो समीकरण (४–१००) सरल होकर निम्नलिखित सन्निकट मान को प्राप्त कर लेता है।

$$Z_1 = \frac{r_p}{\mu} = \frac{1}{g_m} \qquad (४\text{-}१०१)$$

इस प्रकार इन-पुट अवबाधा प्रतिरोधात्मक होती है तथा सीमान्त दशा में पारस्परिक चालकता[1] के व्युत्क्रान्त[2] के बराबर होती है। यह सन्निकट मान केवल लघु संकेतों तथा A श्रेणी के प्रवर्धकों के लिए ठीक बैठता है। B श्रेणी के प्रवर्धकों में प्लेट धारा केवल आधे समय के लिए प्रवाहित होती है। अतएव प्रभावकारी प्लेट प्रतिरोध A श्रेणी के प्रवर्धकों की अपेक्षा दुगुना होता है। B श्रेणी के प्रवर्धक के लिए समीकरण (४–१००) निम्न रूप ग्रहण कर लेता है—

$$Z_1 \cong \frac{2r_p+Z_0}{\mu+1} \text{ श्रेणी B के लिए} \qquad (४\text{-}१०२)$$

पुश-पुल[3] प्रवर्धक में कैथोड से कैथोड की अवबाधा[4] उपर्युक्त से दुगुनी होती है या

$$Z_{1pp} \cong \frac{4r_p+2Z_0}{\mu+1} \text{ श्रेणी B के लिए} \qquad (४\text{-}१०३)$$

जहाँ r_p=एक ट्यूब का प्लेट प्रतिरोध

Z_0=प्रत्येक ट्यूब से देखा गया टैंक-चक्र[5] लोड

क्योंकि प्लेट चक्र भी पुश-पुल में सम्बन्धित रहता है, प्लेट से प्लेट की अवबाधा साधारणतया ज्ञात रहती है तथा यह एक ट्यूब के लिए Z_0 की दूनी होती है, इसलिए $Z_0 = Z_{0pp}/2$ अतएव समीकरण (४–१०३) निम्न रूप धारण कर लेता है

$$Z_{1pp} \cong \frac{4r_p+Z_{0pp}}{\mu+1} \text{ श्रेणी B के लिए} \qquad (४\text{-}१०४)$$

जहाँ कि Z_{0pp} टैंक चक्र की प्लेट से प्लेट अवबाधा है

1. Mutual conductance, 2. Reciprocal, 3. Push-pull, 4. Impedance, 5. Tank circuit.

४–६.३. दोलनों के लिए शर्तें

दोलन करने की शर्तों का भी निरीक्षण करना चाहिए। समीकरण (४–९९) में माना कि Z_3 अनन्त है, अतएव इसके भिन्नों को हल करने से

$$Z_1 = \frac{r_p^2 (Z_2+Z_0) - Z_2^2 (\mu+1)(r_p+Z_0) - Z_2 Z_0 r_p \mu}{r_p^2 - Z_2^2 (\mu+1)^2}$$

(४-१०५)

इस प्रकार यह देखा जाता है, क्योंकि Z_2 ऋणात्मक प्रतिकर्तृत्व[1] है, अतएव यदि Z_0 धनात्मक प्रतिकर्तृत्व हो तो, Z_1 का ऋणात्मक प्रतिरोध अवयव होगा। समीकरण (४–१०५) का अन्तिम पद ऋणात्मक प्रतिरोध पद को प्रदान करता है; द्वितीय पद के भाग से धनात्मक प्रतिरोध प्रदान किया जाता है। यदि ऋणात्मक प्रतिरोध धनात्मक प्रतिरोध से अधिक हो तो

$$Z_2 Z_0 r_p \mu > -Z_2^2 (\mu+1) r_p$$

या $$Z_0 \mu > -Z_2 (\mu+1) \quad (४\text{-}१०६)$$

क्योंकि ऋणात्मक प्रतिरोध को निर्धारित करने में Z_0 का केवल प्रतिकर्तृत्व-अवयव ही महत्त्वपूर्ण है; अतएव समीकरण (४–१०६) को निम्न रूप में लिखा जा सकता है

$$X_0 \mu > -X_2 (\mu+1) \quad (४\text{-}१०७)$$

इस प्रकार टैंक-चक्र यदि जरा सा अवमन्दित[2] हो, जिससे X_0 का मान X_2 के तुलनीय हो सके, तो आत्म-दोलन[3] प्रारम्भ हो जायेंगे। अत्यधिक अवमन्दित टैंक-चक्र में दोलन नहीं होंगे, इसके अतिरिक्त यदि आवृत्ति कम है, तो X_2 का मान इतना अधिक हो सकता है कि X_0 का उचित उच्च मान ही न प्राप्त हो सके और आत्म-दोलन प्रारम्भ ही न हों। इसके अलावा अत्युच्च[4] आवृत्तियों के लिए आत्म-दोलनों को रोकने के लिए उदासीनीकरण[5] की आवश्यकता हो जाय।

४–६.४. प्रेरक शक्ति

ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक के लिए आवश्यक प्रेरक शक्ति के चार भाग होते हैं। एक भाग Z_1 के कारण होता है, जैसा समीकरण (४–१०२) में पाया गया था। यह भाग e_1^2 में Z_1 के अनुनाद-मान का भाग देकर आता है तथा इसका मान

1. Reactance, 2. Damped, 3. Self-oscillation, 4. Ultra-high, 5. Neutralization.

$$Wd_1 = \frac{e_1^2\ (\mu+1)}{2r_p + R_0} \qquad (४\text{-}१०८)$$

जहाँ कि $R_0 = Z_0$ का अनुनाद स्वरण मान है।

प्रेरक शक्ति का दूसरा भाग ऋजुकारी ग्रिड-धारा के प्रवाह के कारण होता है। यह भाग[1]

$$Wd_2 \cong \sqrt{2}\ e_1 I_g \qquad (४\text{-}१०९)$$

जहाँ $I_g = d - c$ ग्रिड धारा

प्रेरक शक्ति का तीसरा भाग अनुनाद स्वरित Z_3 के कारण होता है तथा यह

$$W_{d3} = \frac{e_1^2}{R_3} \qquad (४\text{-}११०)$$

जहाँ कि $R_3 = Z_3$ की अनुनाद अवबाधा है।

प्रेरक शक्ति का चौथा भाग संक्रान्ति-समय[2] के परिमित[3] मान के कारण होता है। यह

$$Wd_4 = \frac{e_1^2}{R_t} \qquad (४\text{-}१११)$$

जहाँ R_t=ट्यूब की इन-पुट अवबाधा का प्रतिरोधात्मक भाग है। R_t का ठीक-ठीक मान ट्यूब अवयवों की ज्यामिति[4] पर निर्भर रहता है। निम्न व्यंजक में इस ज्यामिति के लिए K संकेत लिखा गया है

$$R_t = \frac{1}{Kg_m f^2 T^2} \qquad (४\text{-}११२)$$

जहाँ g_m=पारस्परिक चालकता[5]

f=चक्र प्रति सेकेण्ड में आवृत्ति

T=संक्रान्ति-काल, कैथोड से ग्रिड

प्रेरक शक्ति का कुल मान उपरिलिखित चारों भागों को जोड़कर प्राप्त होता है

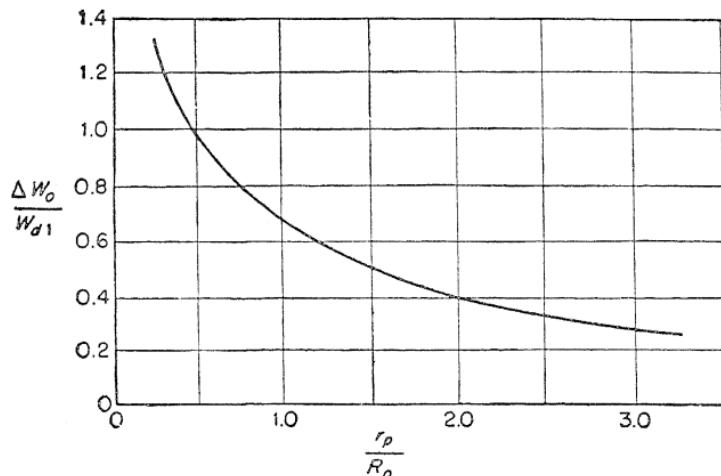
$$Wd = e_1^2\left(\frac{\mu+1}{2r_p + R_0} + \frac{\sqrt{2}\ I_g}{e_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_t}\right) \qquad (४\text{-}११३)$$

४–६.५. आउट-पुट शक्ति

साधारणतया प्रचलित श्रेणी के प्रवर्धक की आउट-पुट शक्ति निम्न सम्बन्ध से प्राप्त की जा सकती है

1. Thomas, H. P., Grid Driving Power of R. F. Amplifiers Proc IRE, August, 1933, p. 1134. 2. Transit-time, 3. Finite, 4. Geometry, 5. Mutual conductance.

$$W_0 = \frac{e_0^2}{R_0} \qquad (४\text{-}११४)$$

जहाँ R_0= अनुनाद पर Z_0 का मान

समीकरण (४–९४) में B श्रेणी के लिए $2r_p$ के स्थान पर r_p लिखने पर तथा e_0 के लिए हल करने पर

$$e_0 = e_1\left[\frac{R_0(\mu+1)}{2r_p+R_0}\right] \qquad (४\text{-}११५)$$

समीकरण (४–११५) को समीकरण (४–११४) में e_0 के लिए रखने से

$$W_0 = \frac{e_1^2\, R_0\, (\mu+1)^2}{(2\, r_p + R_0)^2} \text{ श्रेणी B के लिए} \qquad (४\text{-}११६)$$

चित्र ४–१५. ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित कार्य-प्रणाली से प्राप्त आउट-पुट शक्ति की वृद्धि तथा प्रेरक शक्ति के अनुपात और ट्यूब के प्लेट प्रतिरोध तथा लोड प्रतिरोध के अनुपात का सम्बन्ध। क्योंकि r_p और R_0 का अनुपात ०·५ के आस-पास शक्ति अनुपात १ प्रदान करता है, कभी-कभी ढीले-ढाले रूप से यह कहा जाता है कि ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक की अधिक[1] प्रेरक शक्ति लाभदायक वाट आउट-पुट के रूप में प्रकट होती है। लेकिन यह शर्त केवल संयोग की बात है।

1. Excessive.

लेकिन साधारणतया प्रचलित कैथोड-पृथ्वी सम्बन्धित श्रेणी के प्रवर्धक की वाटों (watts) में आउट-पुट

$$W_0 = \frac{e_1^2 R_0 \mu^2}{(2r_p + R_0)^2} \qquad (४\text{-}११७)$$

इस प्रकार समीकरण (४–११६) में प्रदर्शित अतिरिक्त शक्ति वास्तव में कैथोड चक्र की इन-पुट शक्ति के किसी न किसी भाग के आउट-पुट में चले जाने के कारण होती है। समीकरण (४–११६) में से समीकरण (४–११७) को घटाकर इस अधिकता की गणना की जा सकती है तथा यह

$$\triangle W_0 = \frac{e_1^2 \; R_0 \; (2\mu+1)}{(2r_p+R_0)^2} \text{ है।} \qquad (४\text{-}११८)$$

कैथोड शक्ति का वह भाग, जो वास्तव में प्लेट में चला जाता है, समीकरण (४–११८) तथा समीकरण (४–१०८) से प्रदत्त Wd_1 के अनुपात के बराबर होता है या

$$\text{अनुपात} = \left[\frac{R_0(2\mu+1)}{(2r_p+R_0)^2}\right] \left[\frac{(2r_p+R_0}{\mu+1}\right]$$

$$= \frac{R_0 \; (2\mu+1)}{(\mu+1)(2r_p+R_0)} \qquad (४\text{-}११९)$$

क्योंकि R_0 साधारणतया r_p के दुगुने के बराबर होता है, यह अनुपात लगभग १ के बराबर हुआ; यदि $\mu >> 1$, समीकरण (४–११९) अनुमानतः निम्नलिखित हो जाता है

$$\text{अनुपात} = \frac{1}{0{\cdot}5 + r_p/R_0} \qquad (४\text{-}१२०)$$

इस व्यंजक को चित्र ४–१५ में r_p/R_0 के साथ सम्बन्ध प्रदर्शित करने के लिए ग्राफ में दिखाया गया है। उदाहरण के लिए 9 C 27 ट्यूब के लिए, $r_p = 1{,}400$ तथा R_0 के निर्देशित मान 2,000 के लिए $r_p/R_0 = 1{,}400/२{,}००० = 0{\cdot}7$ चित्र ४–१५ से $\triangle W_0/W_{d1} = 0{\cdot}833$.

४–६.६. एनोड इन-पुट शक्ति

एनोड इन-पुट शक्ति d-c प्लेट वोल्टता E_b तथा d-c प्लेट धारा I_b के गुणनफल से प्राप्त होती है, या

$$W_{in} = E_b \; I_b \qquad (४\text{-}१२१)$$

क्योंकि प्लेट धारा अर्ध-ज्या[1] तरंगों में प्रवाहित होती है, जिसका मध्यमान मान-शिखा या उच्चतम मान का $\frac{1}{\pi}$ गुना होता है; समीकरण (४–१२१) को निम्न रूप में प्रदर्शित किया जा सकता है

$$W_{in}=\frac{E_b\ I_{max}}{\pi} \qquad (४\text{-}१२२)$$

अब I_{max} तथा प्लेट वोल्टता में निम्न सम्बन्ध होता है

$$\frac{R_0}{2}=\frac{E_b-e_{min}}{I_{max}} \qquad (४\text{-}१२३)$$

जहाँ e_{min}=जिस क्षण प्लेट धारा उच्चतम मान I_{max} को प्राप्त करती है, उसी क्षण प्लेट वोल्टता का तत्कालीन[2] मान। इस प्रकार समीकरण (४–१२३) को I_{max} के लिए हल करके समीकरण (४–१२२) में रखने से

$$W_{in}=\frac{2\ E_b\ (E_b-e_{min})}{\pi\ R_0} \qquad (४\text{-}१२४)$$

इस प्रकार 9 C 27 ट्यूब के लिए $E_b=10,000$, $e_{min}=1,000$ तथा $R_0=2,000$ के साथ

$$W_{in}=\frac{2\times 10,000\ \ (10,000-1,000)}{\pi\times 2,000}$$

$$=28\cdot 7 \text{ किलोवाट} \qquad (४\text{-}१२५)$$

समीकरण (४–११६) से आउट-पुट शक्ति गणना द्वारा ज्ञात की जा सकती है μ=३२, e_1=४७० तथा r_p=१,४०० के साथ, यह आउट-पुट शक्ति

$$W_0=\frac{(470)^2\times 2,000\ \ (32+1)^2}{(2\times 1,4000+2,000)^2}$$

$$=20.9 \text{ किलोवाट} \qquad (४\text{-}१२६)$$

इस प्रकार ह्रास[3]=२८·७–२०·९=७·८ किलोवाट, जो ट्यूब की ह्रास दर २५ किलोवाट से काफी कम है।

1. Half-sine, 2. Instantaneous, 3. Dissipation.

४–७. सार्वदृष्टीय विचार

एक रैखिक प्रवर्धक शृंखला के निर्माण में गणना आउट-पुट पद से प्रारम्भ करके पीछे की ओर एक पद के पश्चात् दूसरे पद में चलते जाते हैं। प्रत्येक दशा में पूर्व पद का निर्माण इस प्रकार करना चाहिए कि विचाराधीन पद के लिए आवश्यक प्रेरक शक्ति प्रदान कर सके।

FCC नियंत्रणों के अनुसार निम्नतर-पार्श्व-पट्ट[1] का तनुकरण[2] करने के लिए कभी-कभी यह आवश्यक हो जाता है कि तनुकृत पट्ट की आवृत्तियों के लिए अनुनाद 'कूट'[3] प्रयोग किये जायँ। यह सामूहिक[4] चक्र के रूप में या प्रेषण लाइन के खण्डों के रूप में हो सकते हैं, जो आवश्यक अनुनाद-आवृत्ति प्रदान करते हैं। इन कूटों का विशद अध्ययन बाद में ग्राहक माध्यमिक-आवृत्ति प्रवर्धकों के साथ किया जायगा।

४–८. ग्रिड-बायस अधिमिश्रण

टेलीविज़न प्रेषक की एक विशेष बनावट में आउट-पुट पद के उच्चस्तरीय[5] ग्रिड बायस अधिमिश्रण का उपयोग किया जा सकता है। इस पद्धति का लाभ यह है कि इसमें किसी भी B श्रेणी के रेडियो-आवृत्ति प्रवर्धक की आवश्यकता नहीं होती। इसलिए एक बार सेट हो जाने के बाद प्रेषक को आसानी से सुचारु रूप से कार्य करने की दशा में रखा जा सकता है, जैसा कि पहले लिखा जा चुका है। निम्नस्तरीय अधिमिश्रित प्रवर्धक की भाँति ही अधिमिश्रक की रचना की जाती है, अन्तर केवल इतना है कि शक्ति-स्तर कुछ ऊँचा होता है।

ग्रिड बायस अधिमिश्रण में, जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है, रेडियो-आवृत्ति प्रवर्धक की ग्रिड बायस वोल्टता को उसी के अनुसार आउट-पुट का नियन्त्रण करने के लिए अधिमिश्रित करते हैं। B श्रेणी के प्रवर्धकों से प्राप्त हो सकने वाली दक्षताओं[6] से अधिक दक्षताएँ प्राप्त हो सकती हैं। उदाहरण के लिए ग्रिड-बायस अधिमिश्रण के साथ श्रुति-आवृत्ति-अधिमिश्रित[7] टेलीफोन प्रेषक ट्यूब की तरह कार्य करते हुए एक ८१४ किरण-शक्ति[8] प्रवर्धक की आउट-पुट २९ वाट वाहक[9] होती है, जब कि प्लेट इन-पुट ७५ वाट हो। इस प्रकार दक्षता ३८·६% हुई। यदि इसका उपयोग B श्रेणी के r-f प्रवर्धक की भाँति किया जाय, तो उक्त अंक इस प्रकार होंगे——२५ वाट वाहक, प्लेट इन-पुट ७५ वाट, दक्षता ३३·३%। ग्रिड-बायस अधिमिश्रण दशा में दक्षता वृद्धि

1. Lower side band, 2. Attenuation, 3. Traps, 4. Modulation, 5. High-level, 6. Efficiencies, 7. Audio-frequency modulated, 8. Beam power, 9. Carrier.

का कारण यह है कि जब वायस का संक्रमण होता है, तो हमेशा यह सम्भव है कि कुछ उच्च d-c प्रारम्भिक वायस दी जाय; इसका परिणाम यह होता है कि प्लेट धारा एक कोण पर प्रवाहित होती है, जो प्लेट हानियों को घटाकर दक्षता में सुधार प्रदान करती है। ८१४ ट्यूब के लिए ग्रिड-वायस अधिमिश्रण के लिए d-c वायस – १०० वोल्ट है तथा B श्रेणी के r-f प्रवर्धक की तरह सेवा करने के लिए यह केवल –२८ वोल्ट है। इसी प्रकार के न्यास[1] सब ट्यूबों में लगते हैं, चाहे वह स्क्रीन-ग्रिड प्रकार के हों या ट्रायोड हों।

प्रश्नावली

४–१. युग्मित चक्र की द्वैतीयक वोल्टता तनुकरण[2] के रूप में निम्न प्रकार के समीकरण से प्रदर्शित होती है:—

$$A=\sqrt{1-2\left(1-\frac{n}{2m}\right)Z^2+Z^4}$$

(अ) एक ऐसे सूत्र की स्थापना करो, जो शिखा-उत्थान[3] को n/2m के रूप में प्रदर्शित करे। शिखा-उत्थान $\left(\frac{1}{A_{min}}-1\right)$ होता है। यहाँ A_{min}, A का वह निम्नतम मान है, जो Z के शून्य से अनन्त की ओर परिवर्तित होने पर होता है।

(ब) उस सूत्र की स्थापना करो, जो Z के उस मान का निर्णय करे, जिससे n/2m के किसी चुने हुए मान के लिए A को निम्नतम कर दे।

(स) (अ) और (ब) के मानों में $\left(\frac{1}{A_{min}}-1\right)$ के ०·०१ से १·० तक के मानों के लिए ग्राफ खींचो। $\left(\frac{1}{A_{min}}-1\right)$ या शिखा-उत्थान X- भुजाक्ष पर लो। अर्धलघु[4] कागज का उपयोग करो।

उत्तर

(अ) शिखा-उत्थान $=R=\left(\frac{1}{A_{min}}-1\right)$

$$=\frac{1}{\sqrt{1-\left(1-\frac{n}{2m}\right)^2}}-1$$

(ब) $$Z_p=\sqrt[4]{1-\frac{1}{(R+1)^2}}$$

1. Data, 2. Attenuation, 3. Peak-rise 4. Semi-log

४–२. एक पुश-पुल कैथोड-पृथ्वी सम्बन्धित उदासीनीकृत B श्रेणी के पद में दो ८२६ ट्रायोड हैं। निम्नलिखित ट्यूब न्यास दिये हैं—

$C_{gf} = 3\ \mu\mu f$

$C_{gp} = 3\ \mu\mu f$

$C_{pf} = 1 \cdot 1\ \mu\mu f$

ग्रिड टैंक चक्र दो चौरस ताँबे की पत्तियों का बना है, जो १ इंच चौड़ी तथा १ इंच की दूरी पर हैं। शार्ट-सर्किट करने वाली पत्ती भी १ इंच चौड़ी है।

(अ) इस प्रवर्धक के ग्रिड चक्र को २१३Mc की आवृत्ति से स्वरित करने के लिए आवश्यक लाइन लम्बाई की गणना करो, यह मान लो कि स्वयं ट्यूब के अन्दर कोई प्रेरकत्व नहीं है।

(ब) मान लो कि ग्रिड चक्र शून्य लाइन लम्बाई के साथ ३२५Mc आवृत्ति से स्वरित हो जाता है, लेकिन शार्ट-सर्किट करने वाली पत्ती १ इंच लम्बी तथा १ इंच चौड़ी है, जो ट्यूबों को जोड़ती है। ट्यूब-लीड्स का प्रतीयमान प्रेरकत्व क्या है?

(स) यदि ट्यूब के आन्तरिक प्रेरकत्व पर भी विचार किया जाय, तो प्रवर्धक को २१३Mc पर स्वरित करने के लिए लाइन लम्बाई क्या होगी?

उत्तर

(अ) ३·४१ इंच।

(ब) ०·०४५३ माइक्रो हैनरी।

(स) २·१६ इंच।

४–३. (अ) ग्रिड-पृथ्वी सम्बन्धित एक ऐसे प्रवर्धक की प्रेरक शक्ति की गणना करो, जिसमें B श्रेणी की भाँति कार्य करता हुआ एक ९ C २७ ट्रायोड हो।

ट्यूब न्यास :—

प्रवर्धन गुणांक $\mu = 32$

प्लेट प्रतिरोध $r_p \cong 1{,}400$ ओम

संक्रान्ति-समय[1] प्रतिरोध $R_t = 5{,}000$ ओम

कार्यकरण न्यास—

इन-पुट चक्र प्रतिरोध $R_3 = 2{,}000$ ओम

प्रेरक वोल्टता $e_1 = 470$ वोल्ट (rms)

D-C ग्रिड धारा $I_g = 0.58$ आम्पियर

प्लेट लोड प्रतिरोध $R_0 = 2{,}000$ ओम

1. Transit-time.

(ब) सब लोडिंगों, अर्थात् W_{d1}, W_{d2}, W_{d3} तथा W_{d4} के कारण, को जोड़कर इन-पुट प्रतिरोध का प्रभावकारी मान क्या है ?

(स) चित्र ४–१४ में प्रदर्शित चक्र Z_3 का Q क्या है ? यदि धारिता ७० $\mu\mu$t तथा आवृत्ति ५५·२५ Mc है ?

उत्तर

(अ) २,०६० वाट।

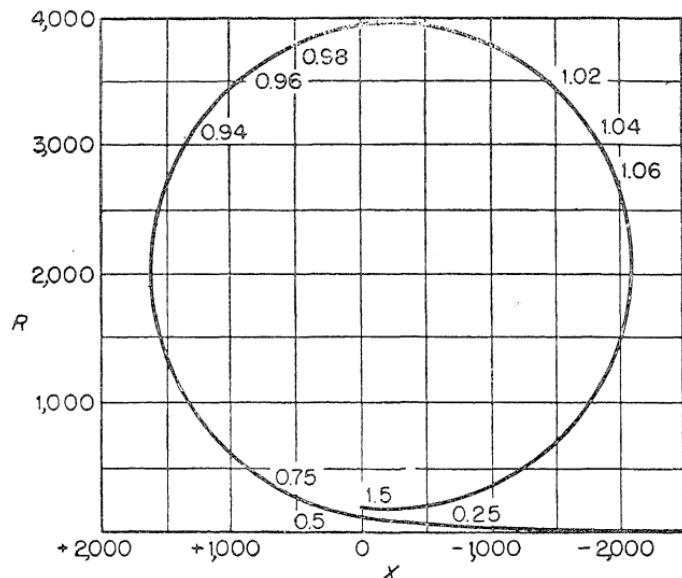
(ब) १०७ ओम।

(स) ४८·५ चक्र के लिए, २·६ कुल मिलाकर।

अध्याय ५

प्रेषण और ग्रहण के लिए एण्टिना

५—१. साधारण द्विध्रुवीय प्रेषक एण्टिना

टेलीविज़न प्रेषण सेवाओं के लिए उपयुक्त एण्टिना टेलीफोन सेवाओं के लिए आवश्यक एण्टिनाओं से भिन्न होता है, क्योंकि टेलीविज़न पट्ट[1] पर प्रेरक विन्दु पर अवबाधा[2] यथोचित रूप से एकसार[3] होनी चाहिए। अतएव एण्टिना चौड़े पट्ट[4] प्रकार का होना चाहिए।

एक साधारण तार एण्टिना की अवबाधा तथा आवृत्ति के सम्बन्ध को विशेष वृत्त-आकृति से प्रदर्शित कर सकते हैं।[5] भुजाक्ष ओम में होते हैं—प्रतिरोधात्मक अवयव ऊर्ध्व अक्ष पर तथा प्रतिकर्तृत्व[6] अवयव क्षैतिज अक्ष पर प्रदर्शित किया गया है। ऋणात्मक प्रतिकर्तृत्व को दायीं ओर तथा धनात्मक प्रतिकर्तृत्व को बायीं ओर प्रदर्शित किया गया है। इस प्रकार एक ऐसे चित्र की प्राप्ति होती है जिसमें आवृत्ति के बढ़ने के साथ दक्षिणावर्त[7] अन्दर की ओर चक्कर लगाने वाली कुण्डली[8] होती है। एण्टिना के तार के सिरे और पृथ्वी के बीच अवबाधा को $R + JX$ ओम के रूप में वक्र से सीधा पढ़ लिया जाता है। R विकिरण प्रतिरोध तथा X प्रतिकर्तृत्व को प्रदर्शित करता है। यह मान लिया जाता है कि पृथ्वी की चालकता अनन्त है।

लघु तरंगों के लिए, जैसी कि टेलीविज़न में प्रयुक्त होती हैं, पृथ्वी को शायद ही प्रयोग में लाया जाता है, क्योंकि चालकता कम होती है। इसके स्थान पर तार की कुछ लम्बाई प्रयुक्त की जा सकती है। यदि इसकी लम्बाई वही हो जो खास एण्टिना की होती है तो इस पूरे समंजन को द्विध्रुवीय[9] का नाम दिया गया है। द्विध्रुवीय को किसी भी दिशा में लटकाया जा सकता है। हालाँकि टेलीविज़न के लिए अमेरिका में

1. Band, 2. Impedance, 3. Uniform, 4. Broad-band, 5. Siegel, E., and J. Labus, Schienwiderstand von Antenna, Hochfr. Techn. and Elektroakustic; Vol. 43, p. 166, May, 1934. 6. Reactance 7. Clockwise 8. Spiral 9. Dipole or doublet.

इसको इसके तार पृथ्वी-तल के समान्तर करके लटकाया जाता है जिससे ये टेलीविज़न के FCC प्रामाणिक पद्धति के अनुसार क्षैतिज ध्रुवित[1] क्षेत्र प्रदान कर सकें।

एक द्विध्रुवीय के, जिसमें ३·५ से० मी० व्यास की छड़ों का एक जोड़ा लगा है, अवबाधा को चित्र ५–१ में प्रदर्शित किया गया है। वक्र पर प्रदर्शित आकृति की

चित्र ५–१. एक द्विध्रुवीय की वृत्त आकृति। द्विध्रुवीय ३·५ से० मी० व्यास वाली छड़ों के जोड़े से निर्मित है। वृत्त पर लिखे हुए अंकों का सम्बन्ध द्विध्रुवीय प्राकृतिक तरंग-दैर्घ्य के दशमलव भाग से है।

दो सम्भव व्याख्याएँ हो सकती हैं। पहली व्याख्या तो यह है कि यदि एण्टिना लम्बाई को नियत मान लिया जाय तो आकृति आवृत्ति प्रदर्शित करती है जिसमें पूर्ण तरंग एण्टिना के लिए आवृत्ति को इकाई ले लिया गया है। दूसरी व्याख्या यह है कि यदि आवृत्ति को नियत माना जाय तो चित्र तरंग-दैर्घ्य के रूप में एण्टिना की लम्बाई प्रदर्शित करता है, जिसमें इकाई से एक तरंग-दैर्घ्य को दिखाया गया है।

५–१.१. साधारण द्विध्रुवीय[2] के तुल्य सामूहिक नियतांक

प्रेषित किये जाने वाले आवृत्ति पट्ट के मध्य वाली तरंग की लम्बाई की आधी लम्बाई के बराबर एण्टिना[3] की लम्बाई मानी जाती है। अतएव चित्र के उस क्षेत्र में

1. Horizontally polarised, 2. Dipole, 3. Antenna.

ही कार्य-सम्पन्नता सीमित होगी, जिसमें प्रतिकर्तृत्व[1] अनुनाद[2] के नीचे ऋणात्मक तथा अनुनाद के ऊपर धनात्मक हो। इसलिए एण्टिना का व्यवहार अध्ययन करने के लिए एण्टिना को श्रेणी-अनुनाद चक्र से उत्तेजित किया जा सकता है, क्योंकि ये एक श्रेणी चक्र की विशेषताएँ होती हैं। एण्टिना की कार्य-विधि को उत्तेजित करने वाले सामूहिक नियतांकों की गणना हम करेंगे।

द्विध्रुवीय[3] को Z_0 की सर्ज[4] अवबाधा वाली दो तारों की प्रेषण-लाइन के समान मान सकते हैं। इस सर्ज अवबाधा की गणना के लिए अनेक सन्निकटतः सूत्र उपलब्ध हैं, लेकिन निम्नलिखित सूत्र, प्रयोगात्मक प्रेषणों के अति निकट मान देने के कारण तत्सम्बन्धित अध्ययन में प्रयोग किये जायँगे।

$$Z_0 = 120 \text{ लघु}_e \frac{a}{d} = 276 \text{ लघु}_{10} \frac{a}{d} \qquad (५-१)$$

जहाँ कि a = सिरे[5] से सिरे तक एण्टिना की लम्बाई

d = एण्टिना-चालक व्यास

प्रेषण-लाइन सिद्धान्त से यह बात ज्ञात है कि भेजने वाले सिरे से देखने पर, एक खुले चक्र वाली प्रेषण लाइन का प्रतिकर्तृत्व आवृत्ति F के फलन[6] रूप में निम्न प्रकार व्यक्त होता है

$$X_1 = -Z_0 \cot\frac{\phi}{2} = -Z_0 \cot\frac{\pi f}{2f_0} \qquad (५-२)$$

जहाँ कि ϕ = सिरे से सिरे तक एण्टिना की विद्युतीय लम्बाई

f_0 = अर्ध तरंग अनुनाद के लिए आवृत्ति

एक अर्ध तरंग एण्टिना के लिए ϕ = १८० = π रेडियन एक श्रेणी चक्र का, जिसमें एक प्रेरकत्व (L) तथा एक धारिता[7] (C) हो, प्रतिकर्तृत्व[8] निम्नलिखित होता है—

$$X_2 = 2\pi f L - \frac{1}{2\pi f c} \qquad (५-३)$$

इस चक्र के एक एण्टिना के तुल्य होने के लिए केवल यही आवश्यक नहीं कि कुल प्रतिकर्तृत्व केवल एक आवृत्ति पर ही एक सा हो, बल्कि यह एक आवृत्ति विस्तार पर एक सा होना चाहिए अर्थात् दोनों वक्रों के ढाल[9] एक जैसे होने चाहिए। इस प्रकार समीकरण (५-२) में x_1 को f के सापेक्ष अवकलित[10] करने से—

1. Reactance, 2. Resonance, 3. Doublet, 4. Surge, 5. Tip, 6. Function, 7. Capacitor, 8. Reactance, 9. Slope, 10. Differentiating.

$$\frac{dx_1}{df} = \frac{d}{df}\left(-Z_0 \cot \frac{\pi f}{2f_0}\right)$$

$$= \frac{Z_0 \pi}{2f_0} \text{CSC}^2 \frac{\pi f}{2f_0} \qquad (५–४)$$

इसी प्रकार समीकरण (५–३) में x_2 को f के सापेक्ष अवकलित करने से

$$\frac{dx_2}{df} = \frac{d}{df}\left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f c}\right)$$

$$= 2\pi L + \frac{1}{2\pi f^2 c} \qquad (५–५)$$

समीकरण (५–२) तथा (५–३) को बराबर करके $\frac{1}{2\pi fc}$ के लिए हल करने से

$$\frac{1}{2\pi fc} = Z_0 \cot \frac{\pi f}{2f_0} + 2\pi f L \qquad (५–६)$$

तथा समीकरण (५–४) तथा (५–५) को बराबर करके $\frac{1}{2\ fc}$ के लिए हल करने से

$$\frac{1}{2\pi fc} = \frac{Z_0 \pi f}{2f_0} \text{CSC}^2 \frac{\pi f}{2f_0} - 2\pi f L \qquad (५–७)$$

समीकरण (५–६) तथा (५–७) के दक्षिण-पक्षों को बराबर करके $2\pi f L$ के लिए हल करने से

$$2\pi f L = \frac{Z_0}{2}\left(\frac{\phi}{2 \sin^2 \phi/_2} - \cot \phi/2\right) \qquad (५–८)$$

इसी प्रकार समीकरण (५–६) तथा (५–८) से

$$\frac{1}{2\pi fc} = \frac{Z_0}{2}\left(\frac{\phi}{2 \text{Sin}^2 \phi/_2} + \cot \phi/2\right) \qquad (५–९)$$

क्योंकि ज्ञात यह है कि एक अर्ध-तरंग द्विध्रुवीय का विकिरण[1] प्रतिरोध ७३ ओम होता है। इससे, समीकरण (५–८) तथा (५–९) के सम्बन्ध में तुल्य सामूहिक चक्र का हल सम्भव हो जाता है। क्योंकि अर्ध-तरंग द्वि-ध्रुवीय के लिए $\phi = १८०^\circ$ होता है। अतएव इस एण्टिना लम्बाई के लिए समीकरण (५–८) तथा (५–९) निम्नलिखित हो जाते हैं—

1. Radiation.

$$2\pi f_0 L = \frac{Z_0 \pi}{4} \qquad (५–१०)$$

तथा

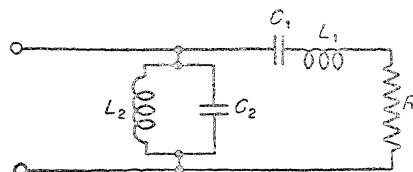
$$\frac{1}{2\pi f_0 c} = \frac{Z_0 \pi}{4} \qquad (५–११)$$

जिसमें से

$$L = \frac{Z_0}{8f_0} \qquad (५–१२)$$

तथा

$$C = \frac{2}{\pi^2 f_0 Z_0} \qquad (५–१३)$$

५–१.२. एण्टिना प्रतिकर्तृत्व[1] के लिए पूर्तिकारी[2] जाल-चक्र[3]

समीकरण (५–१२) तथा (५–१३) के L तथा C से बने हुए श्रेणी चक्र को एक पट्ट-पथ[4] फिल्टर के श्रेणी परिच्छेद के समान माना जा सकता है, जैसा कि चित्र (५–२) में प्रदर्शित किया गया है।

चित्र ५–२. नियतांक–k किस्म का पट्ट-पथ फिल्टर

यदि इस चक्र के नियतांक पट्ट-पथ फिल्टर की बनावट के निम्न सूत्रों के अनुसार हों तो यह चक्र f_1 से f_2 चक्र के आवृत्ति विस्तार में R में होकर एकसार[5] धारा प्रवाहित करेगा।

$$C_1 = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_2 f_1 R} \text{ फैराड} \qquad (५–१४)$$

$$L_1 = \frac{R}{\pi(f_2 - f_1)} \text{ हैनरी} \qquad (५–१५)$$

1. Reactance, 2. Compensating, 3. Network, 4. Band pass, 5. Uniform.

$$C_2 = \frac{1}{\pi(f_2 - f_1)R} \text{ फैराड} \qquad (५-१६)$$

$$L_2 = \frac{(f_2 - f_1)R}{4\pi f_1 f_2} \text{ हैनरी} \qquad (५-१७)$$

जहाँ

f_2 = उच्च कट आफ आवृत्ति

f_1 = निम्न कट आफ आवृत्ति

समीकरण (५-१२) तथा (५-१५) को बराबर करके उस अधिकतम मान की गणना की जा सकती है, जो Z_0 का हो सकता है और तब भी वह आवश्यक फिल्टर नियतांक प्रदान करेगा।

इस प्रकार

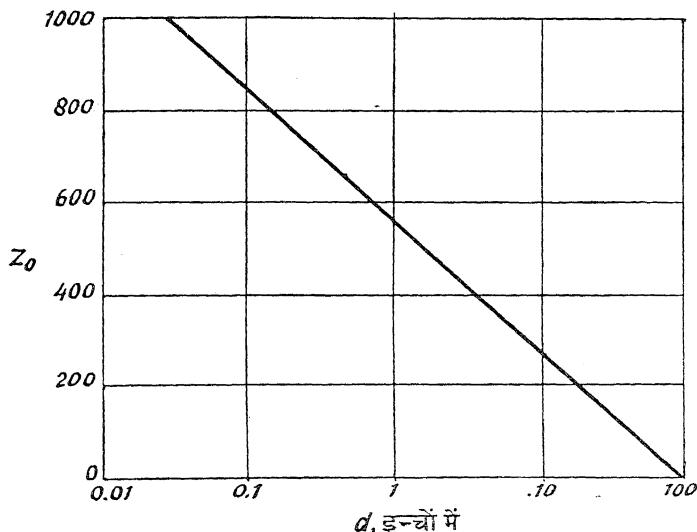
$$Z_0 = \frac{8Rf_0}{\pi(f_2 - f_1)} \qquad (५-१८)$$

इस प्रकार यदि f_2=60Mc, f_1=54 Mc, f_0=57 Mc तथा R=73 ओम Z_0 का सर्वाधिक मान

$$Z_{0max} = \frac{8 \times 73 \times 57}{\pi(60 - 54)} = 1,770 \text{ ओम} \qquad (५-१९)$$

अब प्रश्न यह है कि इस आवश्यकता की पूर्ति के लिए एण्टिना चालक का आकार क्या होगा ? समीकरण (५-१) से विभिन्न व्यासों के एण्टिना चालकों की सर्ज-अवबाधाओं[1] की गणना की जा सकती है। ५७ Mc पर एक अर्ध-तरंग एण्टिना का आकार a निम्न होता है:—

$$a = \frac{150}{f_0 Mc} = \frac{150}{57} = 2{\cdot}63 \text{ m} = 103{\cdot}5 \text{ इन्च} \qquad (५-२०)$$

चित्र (५-३) में Z_0 तथा इंचों में d के मान का वक्र दिखाया गया है। इस वक्र की जाँच से पता चलता है कि १,७७० की सर्ज-अवबाधा फौरन प्राप्त की जा सकती है।

वास्तव में एक अच्छे आत्म-निर्भर[2] एण्टिना का व्यास १ इंच हो सकता है, जिससे

1. Surge impedances, 2. Self-supporting.

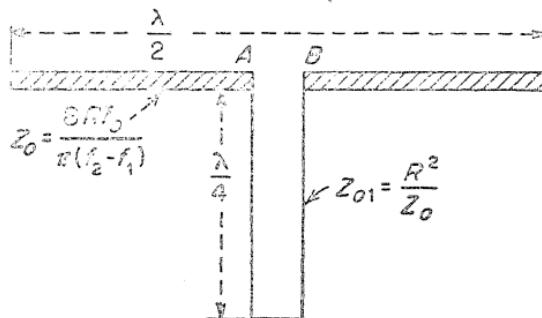
५५६ ओम की सर्ज-अवबाधा की प्राप्ति होती है। तब समीकरण (५–१८) में पट्ट-चौड़ाई[1] का हल किया जा सकता है। इस प्रकार

$$f_2 - f_1 = \frac{8\,R\,f_0}{\pi Z_0} = \frac{8 \times 73 \times 57}{\pi \times 556}$$
$$= 19 \text{ Mc} \qquad (५–२१)$$

चित्र ५–३. ५७ Mc पर अर्ध-तरंग एण्टिना की सर्ज-अवबाधा तथा उसका चालक व्यास इंचों में। द्विध्रुवीय की लम्बाई १०३·५ इंच।

यह आवश्यक पट्ट-चौड़ाई की लगभग ३ गुनी है। तथा ५४ से ६० Mc के इच्छित भाग में लगभग पूर्णरूपेण प्रतिरोधात्मक[2] होनी चाहिए।

चित्र ५–२ के शण्ट-समस्वरित[3] चक्र के स्थान पर एक चौथाई-तरंग प्रेषण लाइन प्रयुक्त की जा सकती है जो दूसरे सिरे पर शार्ट सर्किट[4] हो रही हो। इस चौथाई-तरंग लाइन की सर्ज-अवबाधा Z_{01} इस प्रकार नियन्त्रित की जा सकती है, जिससे प्रेषण लाइन का प्रतिकर्तृत्व वक्र वैसा ही हो जैसा कि इच्छित आवृत्तियों के सामूहिक नियतांक, जिनकी गणना ठीक उसी प्रकार की जा सकती है जैसे समीकरण (५–१२)

1. Band width, 2. Resistive, 3. Shunt-tuned, 4. Short circuit.

को श्रेणी समस्वरित चक्र के लिए स्थापित किया गया था। इस दशा में सर्ज-अवबाधा का मान

$$Z_{01}=\frac{\pi^2 f_0 L_2}{2} \qquad (५—२२)$$

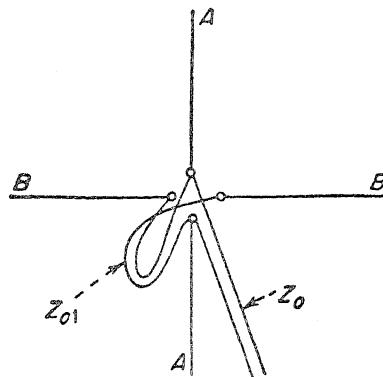
समीकरण (५–१७) में व्यक्त L_2 के मान को समीकरण (५–२३) में रखने पर

$$Z_{01}=\frac{\pi R(f_2-f_1)}{8f_0} \qquad (५—२३)$$

यह बात ध्यान देने योग्य है कि यदि एण्टिना की Z_0 को शार्ट-सर्किट वाली लाइन के Z_{01} से गुणा कर दिया जाय तो गुणनफल R^2 के बराबर प्राप्त होता है, जहाँ R द्विध्रुवीय का विकिरण प्रतिरोध है जो इस दशा में ७३ ओम है। यह विशेष रूप से

चित्र ५–४. अर्ध-तरंग द्विध्रुवीय[1] के मध्य जुड़ी हुई पूर्तिकारी चौथाई-तरंग शार्ट-सर्किट की हुई लाइन। आवृत्तियों के $f_2—f_1$ पट्ट के ऊपर AB की अवबाधा R ओम है। पोषित[2] करनेवाली लाइन को A तथा B के मध्य लगाना चाहिए।

उल्लेखनीय है कि समीकरण (५–२३) में स्थापित किये जाने वाले f_1 तथा f_2 के मान गुज़रने वाले पट्ट[3] से निर्धारित नहीं करने चाहिए बल्कि समीकरण (५–२१) के हल से प्राप्त करने चाहिए। ऐसा करने पर ही वे उपर्युक्त की भाँति समीकरण (५–२३) के लिए उपयुक्त मान प्रदान करते हैं। अर्थात्

$$Z_{01}=\frac{R^2}{Z_0} \qquad (५—२४)$$

चित्र (५–४) उक्त बातों को प्रदर्शित करता है।

1. Dipole, 2. Feeding, 3. Band.

५–२. घुमावदार[1] एण्टिना

इस एण्टिना का यह नाम इसकी बनावट के कारण है। इसमें एक-दूसरे के लम्बवत् दो द्विध्रुवीय होते हैं। इससे एक विकिरण[2] क्षेत्र की प्राप्ति होती है जो क्षैतिज तल में लगभग समरूप होता है। इन द्विध्रुवीयों को समय-कला के ९०° अन्तर से उत्तेजित

चित्र ५–५. घुमावदार एण्टिना जिसमें कला सम्बन्ध[3] ९०° है तथा जिसकी सर्ज-अवबाधा Z_{01} ओम है। प्रेषक से आने वाली मुख्य पोषक-लाइन की अवबाधा।

किया जाता है जिससे यह समरूप क्षेत्र उत्पन्न करता है। धाराओं की प्रबलता वही रहती है। इस पद्धति को उत्तेजित करने की एक आसान विधि चित्र ५–५ में प्रदर्शित की गयी है।

प्रेषक से आनेवाली प्रेषक-लाइन Z_0 को द्विध्रुवीय A एक अन्दर वाले पेच से जोड़ दिया जाता है। एक दूसरी चौथाई-तरंग अधिक लम्बी लाइन, जिसकी सर्ज-अवबाधा Z_{01} है, द्विध्रुवीय A के अन्दर वाले पेच के साथ द्विध्रुवीय B के अन्दर वाले पेच से जोड़ दी जाती है। चौथाई-तरंग वाली लाइन दो एण्टिनाओं की धाराओं में आवश्यक ९०° का कलान्तर उत्पन्न करती है। यदि प्रत्येक द्विध्रुवीय का विकिरण प्रतिरोध R हो तो बराबर-बराबर धाराएँ प्राप्त करने के लिए

$$Z_{01} = R \qquad (५–२५)$$

इस प्रकार मुख्य लाइन की सर्ज-अवबाधा

$$Z_0 = R/_2 \qquad (५–२६)$$

1. Turnstile 2. Radiated. 3. Link

बिना अवबाधा रूपान्तर किये हुए इसको इसकी सर्ज-अवबाधा में समाप्त करना चाहिए।

इस प्रकार का सम्बन्ध करने से एक महत्त्वशाली पूर्तिकारी कार्य-करण इस तरह प्राप्त होता है कि एक-ध्रुवीय से उत्पन्न प्रतिकर्तृत्व दूसरे के प्रतिकर्तृत्व से, चौथाई-तरंग लाइन से स्थानान्तरित होने के कारण, समाप्त होने की चेष्टा करता है। इस प्रकार आवृत्तियों के एक अधिक विस्तार में पूर्ण लोड[1] Z_0 प्रतिरोधात्मक रहता है। उदाहरण के लिए मान लो कि दोनों द्विध्रुवीय एक जैसे हैं तथा प्रत्येक की सर्ज-अवबाधा Z_a ओम है तो प्रत्येक की अवबाधा

$$Z = R - j Z_a \cot\frac{\phi}{2} \qquad (५—२७)$$

जहाँ ϕ=सिरे से सिरे तक एण्टिना की विद्युतीय लम्बाई है। ϕ_1 इकाई लम्बे तथा Z_{01} ओम सर्ज-अवबाधा वाले इस लाइन के एक परिच्छेद में होकर इस अवबाधा की ओर देखने से, Z निम्न प्रकार प्रकट होता है

$$Z' = \frac{\frac{Z}{Z_{01}} \cos\phi_1 + j \sin\phi_1}{\frac{1}{Z_{01}}\left(j\frac{Z}{Z_{01}} \sin\phi_1 + \cos\phi_1\right)} \qquad (५—२८)$$

Z के लिए समीकरण (५–२७) को समीकरण (५–२८) में रखने से तथा यह स्मरण रखते हुए कि $\phi = 2\phi_1$ तथा $Z_{01} = R$

$$Z' = \left[\frac{1 + j\left(\tan\frac{\phi}{2} - \frac{Z_a}{R}\cot\frac{\phi}{2}\right)}{1 + \frac{Z_a}{R} + j\tan\frac{\phi}{2}}\right] \qquad (५—२९)$$

अब मुख्य प्रेषण-लाइन की कुल अवबाधा Z_0, चित्र ५–५, Z' तथा समीकरण (५–२७) के Z के समानान्तर संयोग से बना है। कुल अवबाधा को Z_t कहकर, यह अवबाधा निम्नलिखित हो जाती है—

$$Z_t = \frac{ZZ'}{Z + Z'} \qquad (५—३०)$$

Z तथा Z' के लिए समीकरण (५–२७) तथा (५–२९) को समीकरण (५–३०) में रखने पर

1. Load.

$$Z_t = \frac{R}{2}\left[\frac{R+Z_a-\frac{Z_a^2}{R}\cot^2\phi/2+jR\left(\tan\ \phi/2-\frac{2Z_a}{R}\cot\phi/2\right)}{R+Z_a+j\left(R\tan\phi/2-Z_a\cot\phi/2-\frac{Z_a^2}{2R}\cot\ \phi/2\right)}\right] \quad (५—३१)$$

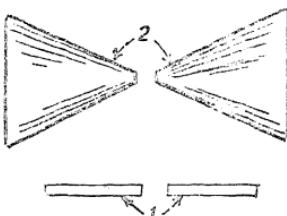
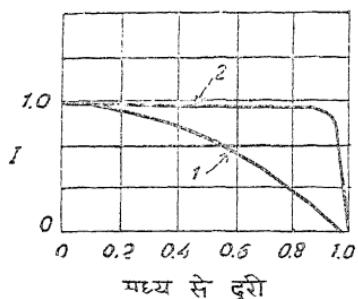
इस बात को भली प्रकार स्पष्ट करने के लिए मान लो कि $R=73$, $Z_a=500$ तथा $\phi=160^\circ$ (यह अनुनाद वाले मान १८०° से २०° कम है) तो समीकरण (५–२७) से

$$\begin{aligned} Z &= 73 - j500\ \cot\ 80^\circ \\ &= 73 - j88 \\ &= 144 < -50^\circ \end{aligned} \quad (५—३२)$$

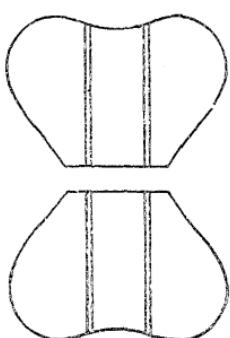
या प्रतिकर्तृत्व अवयव प्रतिरोधीय अवयव का १·२ गुना है। इन्हीं मानों को समीकरण (५–३१) में स्थापित करने से

$$\begin{aligned} Z_t &= 30{\cdot}3 + j\ 13{\cdot}9 \\ &= 33{\cdot}4 < 25^\circ \end{aligned} \quad (५—३३)$$

या प्रतिकर्तृत्व अवयव प्रतिरोधीय अवयव का ०·४६ गुना है।

५–३. चौड़े पट्ट[1] वाले एण्टिना

अब तक जिन एण्टिनाओं का वर्णन किया गया है वह कुछ हद तक चौड़े पट्ट पर कार्य करते हैं। चौड़े पट्ट पर कार्य करने की विशेषता वाले विशेष बनावट के एण्टिनाओं का निर्माण किया गया है, जिनमें पूर्तिकारी चक्र सम्बन्धों की आवश्यकता नहीं होती।

इनमें से एक कई वर्षों तक न्यूयार्क सिटी की एम्पायर स्टेट बिल्डिंग पर WNBT द्वारा प्रयुक्त किया गया था। इसके विकिरण अवयवों में धातु के बने हुए चार भारतीय-गदा[2] के आकार[3] के अवयव थे जिनको घुमावदार[4] एण्टिना की भाँति समंजित किया गया था।

इस प्रकार के एण्टिनाओं का व्यापक सिद्धान्त प्रगामी[5] तरंग-प्रभाव उत्पन्न करना है न कि अप्रगामी[6] तरंग-प्रभाव उत्पन्न करना। अतएव यह अप्रगामी तरंग एण्टिना से सम्बन्धित अनुनाद की शर्तों को बचाते हैं। उदाहरण के लिए साधारण प्रगामी

1. Broad-band, 2. Indian-club-shaped, 3 Carter, P. S., Simple Television Antennas, RCA, Rev., October, 1939, 4. Turnstile, 5. Travelling, 6. Standing.

तरंग एण्टिना प्रतिरोध में समाप्त होने वाला समचतुर्भुज आकार का होता है। एण्टिना तारों की पूर्ण लम्बाई में धारा का मान एकसार रहता है। इस प्रकार के एण्टिना को, बिना समस्वरित किये हुए, २ से १ तक के आवृत्ति विस्तार पर प्रयुक्त किया जा सकता है।

चित्र ५–६. दो एण्टिनाओं में धारा वितरण तथा मध्य से खुले सिरे तक की दूरी का सम्बन्ध। पतले तार वाले एण्टिना के लिए ज्या रूप[2] वितरण तथा द्वि-शंकु[3] एण्टिना के लिए अधिक समरूप वितरण पर ध्यान दो।

यदि फीड-बिन्दु[4] से दूरी के समरूप विकिरण अवयव की चौड़ाई या परिच्छेदीय आकार बढ़ा दिया जाय तो प्रतिरोध-समाप्त एण्टिना जैसा प्रभाव प्राप्त किया जा सकता है। चित्र (५–६) में दोनों प्रकार की एण्टिना बनावटों से प्राप्त धारा वितरण का तुलनात्मक विवरण दिया गया है। प्रथम वक्र साधारण प्रकार का ज्या रूप वक्र है, जो समरूप परिच्छेद वाले एण्टिना से प्राप्त किया जा सकता है, जैसा सीधे हाथ के चित्र १ में प्रदर्शित किया गया है। द्वितीय वक्र में समरूप धारा वितरण प्रदर्शित किया गया है जैसा सीधे हाथ के चित्र २ में प्रदर्शित द्वि-शंकु एण्टिना से जिसका परिच्छेद समान रूप से बढ़ता जाता है, प्राप्त होता है। एण्टिना के केवल अन्तिम ५% भाग में धारा का समरूप वितरण से विचलन पाया जाता है।

चित्र ५–७. 'चमगादड़ के पंख'[5] जैसे आकार वाले चौड़-पट्ट एण्टिना की बनावट।

1. Rhomb, 2. Sinusoidal, 3. Double-cone, 4. Feed-point, 5. Batwing.

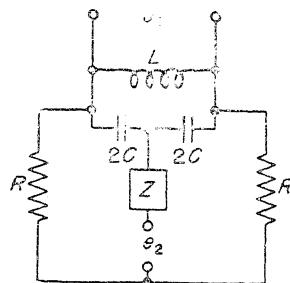
'चमगादड़ के पंख' जैसे आकार वाला एण्टिना, जो बहुत से टेलीविजन प्रेषकों द्वारा प्रयुक्त किया जा रहा है, एक ऐसे एण्टिना का दूसरा उदाहरण है, जिसमें समरूप धारा वितरण की इच्छित विशेषता है तथा जो हवा और बर्फ़ लद जाने से द्वि-शंकु एण्टिना से कहीं अधिक श्रेष्ठ है, क्योंकि इसके 'चमगादड़ के पंख' जैसे आकार में खुले क्षेत्र हैं, यह चित्र ५–७ में प्रदर्शित किया गया है।

५–४. डाइप्लैक्सर[1]

एक इकाई से, जिसे डाइप्लेक्सर कहते हैं, यह सम्भव है कि एक एण्टिना पद्धति को पारस्परिक रुकावट के बिना ध्वनि तथा चित्र प्रेषणों से एक ही साथ पोषित[2] किया जाय। इस विधि से विकिरण अवयवों की संख्या आधी रह जाती है जिससे एण्टिना की बनावट अत्यन्त सरल हो जाती है। चित्र ५–८ में डाइप्लैक्सर की बनावट का विवरण दिया गया है।

चित्र ५–८. सामूहिक नियतांक वाले एक डाइप्लैक्सर का कार्यप्रदर्शी चित्र। e_1 तथा e_2 दो प्रेषकों को प्रदर्शित करते हैं। दो लोड प्रतिरोध R घुमावदार एण्टिना पद्धति के दो आमने-सामने[4] के द्विध्रुवीयों के विकिरण प्रतिरोध हैं। डाइप्लैक्सर तथा एण्टिना की बनावट के बीच दो प्रेषण-लाइनों की आवश्यकता पड़ती है।

दो उत्पादक, जिन्हें क्रमशः e_1 तथा e_2 से प्रदर्शित किया गया है, दो बराबर प्रतिरोध R तथा R को एक सेतु चक्र में पोषित करते हैं। प्रेरकत्व L तथा दो संघनित्र 2C, e_1 की आवृत्ति से समस्वरित हैं। e_1 पृथ्वी के सापेक्ष सन्तुलित है विद्युत चक्र की सममिति[3] के कारण e_2 में होकर बीच वाले चक्र में कोई धारा e_1 के कारण नहीं प्रवाहित होती। अनुनाद की शर्त के अनुसार

$$\omega_1^2=\frac{1}{LC} \qquad (५–३४)$$

L में हानि की उपेक्षा करते हुए e_1 के सामने उपस्थित अवबाधा

$$Z_1=2R \qquad (५–३५)$$

सममिति के कारण e_2 के सामने आने वाली अवबाधा

$$Z_2=R_2+jX_2$$

1. Diplexer, 2. Feed, 3. Symmetry, 4. Crossed.

$$=Z+1/2\left(R-\frac{j}{2\omega_2C}\right) \qquad (५–३६)$$

समीकरण (५–३६) के वास्तविक भागों को बराबर करने से

$$R_2=R/2 \qquad (५–३७)$$

समीकरण (५–३६) के काल्पनिक भागों को बराबर करने से

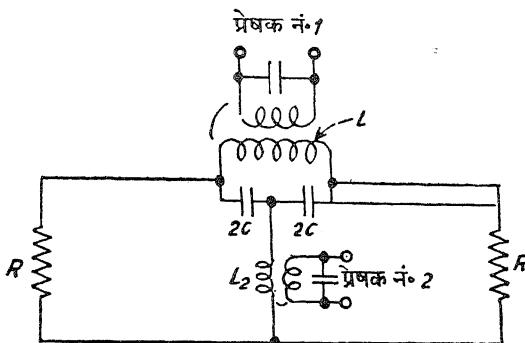
$$X_2=X-\frac{1}{4\omega_2C} \qquad (५–३८)$$

जहाँ $jX=Z$

e_2 के इकाई 'पावर फैक्टर लोड'[1] के लिए X का मान स्थापित करने के लिए X_2 को शून्य के बराबर करने से

$$0=X-\frac{1}{4\omega_2C}$$

या $$X=\frac{1}{4\omega_2C} \qquad (५–३९)$$

इस प्रकार X का रूप एक धनात्मक प्रतिकर्तृत्व का होना चाहिए, जैसा कि निम्न समीकरण में प्रेरकत्व L_2 से प्राप्त होता है

$$\omega_2L_2=\frac{1}{4\omega_2C}$$

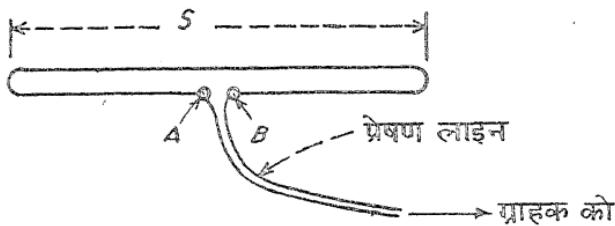
या $$L_2=\frac{1}{4\omega_2^2C} \qquad (५–४०)$$

इस प्रकार चित्र ५–८ के Z के स्थान पर समीकरण (५–४०) से प्राप्त L_2 का मान रखा जा सकता है। e_1 चित्र प्रेषक तथा e_2 ध्वनि प्रेषक को प्रदर्शित कर सकती है। प्रतिरोधों में से एक R एक घुमावदार परिच्छेद के दो आमने-सामने के द्विध्रुवीयों में से एक, तथा दूसरा R दो आमने-सामने के द्वि-ध्रुवीयों में से दूसरा है। इस प्रकार एक घुमावदार परिच्छेद में ध्वनि और चित्र दोनों के द्वारा विना पारस्परिक हस्तक्षेप या वातों के, विकिरण प्रभावित होता है। एक वास्तविक प्रयोगात्मक चक्र में L से युग्मित[2] एक प्राथमिक कुण्डली में L के सिरों पर e_1 को प्रेरकत्व से उत्पादित किया जा सकता है। इस प्रकार प्रतिरोध 2R के मान को इस प्रकार समंजित किया जा सकता है कि यह e_1 को प्रदान करने वाले ट्यूबों के अनुरूप[3] हो जाय। इसी प्रकार

1. Power factor load. 2. Coupled 3. Match

e_2 को L_2 में प्रेरित वोल्टता के रूप में उत्पन्न किया जा सकता है, जिससे e_2 के लिए प्रतिरोध $R/2$ को e_2 को प्रदान करने वाले ट्यूबों के अनुरूप किया जा सकता है। इस प्रकार प्रयोगात्मक चक्र का रूप चित्र ५–९ में प्रदर्शित की भाँति हो सकता है।

चित्र ५–९. सामूहिक प्रतिकर्तृत्व प्रकार के प्रेषक डाइप्लैक्सर का प्रयोगात्मक चित्र।

वास्तव में R तथा R द्विध्रुवीयों तक जाने वाली प्रेषण लाइनों का रूप ले लेंगे, जिसमें से प्रत्येक लाइन की सर्ज-अवबाधा $Z_0 = R$ है। अनुरूप प्रतिरोध[1] प्रदान करने के लिए द्विध्रुवीय लाइनों के दूरवर्ती सिरों से जोड़े जाते हैं, जिससे प्रत्येक लाइन को R ओम के प्रतिरोध में समाप्त करते हैं।

अत्यन्त अधिक तथा अत्यधिक उच्च[2] आवृत्तियों के लिए, चित्र ५–९ में प्रदर्शित समस्वरकारक[3] चक्र तथा प्रतिकर्तृत्वों के स्थान पर प्रेषण लाइनों के उचित परिच्छेद प्रयुक्त किये जाने चाहिए।

५–५. मुड़े हुए द्विध्रुवीय ग्राहक एण्टिना[4]

टेलीविज़न सन्देश, प्रेषक एण्टिना पद्धति से आकाश में विकीर्ण होने के बाद, दूरस्थ ग्राहक बिन्दु पर एक उपयुक्त ग्राहक एण्टिना द्वारा ग्रहण कर लिया जाता है। ग्राहक एण्टिना की प्रेषक एण्टिना से भिन्नता यह है कि इसको ५४Mc से ८८Mc और १७४Mc से २१६Mc तक की सरणियों[5] को व्याप्त करना चाहिए, जब कि प्रेषक एण्टिना किसी प्रेषक के लिए सिर्फ़ ६ चौड़ी सरणियों को व्याप्त करता है।

1. Matched load, 2. Ultrahigh, 3. Tuner, 4. Folded-dipole Receiving Antenna, 5. Channels.

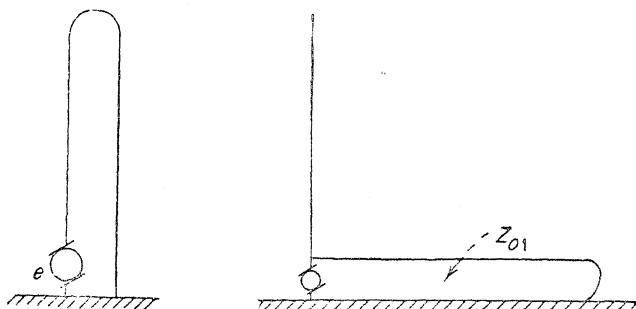
इस समय कोई ऐसा सरलतम एण्टिना नहीं है जो सब सरणियों को कार्य साधकता[1] से ग्रहण कर सके। यद्यपि उनमें से कुछ अधिक कार्य साधक हैं और ऐसे हैं कि यदि

चित्र ५–१०. मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय ग्राहक एण्टिना।

उनको पर्याप्त क्षेत्र शक्ति दी जाय तो सन्तोषजनक[2] फल प्राप्त किये जा सकते हैं। सर्व-सरलतम एकाकी मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय एण्टिना है जो एक छोर से दूसरे छोर तक ८ फुट लम्बा होता है जैसा चित्र ५–१० में प्रदर्शित है। मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय वास्तव में एक अवबाधा रूपान्तरित[3] एण्टिना है। जब लम्बाई S अर्ध-तरंग दैर्घ्य[4] के बराबर होती है तो एण्टिना प्रतिरोध संभरण बिन्दु AB पर प्रायः ३०० ओम होता है। वास्तव में छोर प्रवाह[5] या छोर पर स्थित विष्ठा[6] के कारण आकाश में लम्बाई S अनु-नाद अवस्था के लिए साधारणतया अर्ध-तरंग की क़रीब ९५% होती है। इसलिए ८ फुट लम्बा एण्टिना अनुनाद

$$f_0 = \frac{150}{S/\cdot 95} = \frac{150}{(8 \times \cdot 305)/\cdot 95} = 58.3 \text{ Mc} \qquad (५—४१)$$

पर रखेगा। जहाँ

S = मीटर में एण्टिना की लम्बाई

·305 = रूपान्तरक अंक जिसे फुट से गुणा कर मीटर प्राप्त करते हैं।

इस प्रकार ८ फुट एण्टिना सरणी २ के क़रीब मध्य में अनुनाद करता है जो ५४ से ६० Mc तक विस्तृत होता है।

मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय विस्तृत-पट्ट[7] एण्टिना पद्धति से कुछ लाक्षणिक में मिलता है। मुड़े हुए द्विध्रुवीय का अर्धांश हेयरपिन के समान मान सकते हैं, चित्र ५–११, जिसका एक छोर पृथ्वी में तथा दूसरा प्रेरणांक-वोल्टता स्रोत[8] e से जुड़ा होता है। वोल्टता e

1. Effective, 2. Satisfactory, 3. Transforming, 4. Half wave length, 5. End effect, 6. Fringe effect, 7. Broad-Band, 8. Driving-Voltage-source.

दो धाराओं को प्रभावित करेगी। एक धारा विकिरण में कार्य साधक होती है जब कि दूसरी बन्द अनुनादक चतुर्थांश-तरंग चक्कर के चारों ओर प्रभावित होती है। इन परिपथों के, पृथ्वी के समीप विकिरण न करने वाले लघु-परिपथ[1] चक्करों के तुल्यों का क्षैतिज चित्रण चित्र ५–११ (ब) में दिखलाया गया है। यह परिपथ चित्र ५–४ में दिखाये हुए के समान है। अकीर्णक-रेखा[2] Z_{01} की अवबाधा जो e के पेचों के बीच निहित है, चतुर्थांश-तरंग अनुनाद आवृत्ति के अतिक्रम[3] होने पर विकीर्णक तत्त्व द्वारा e को प्राप्त अवबाधा से विपरीत अवबाधा चिह्न रखेगी और इस प्रकार एक क्षति-पूरकता की स्थिति जन्म लेगी जो उच्च प्रतिकर्तृत्व की वृद्धि को नष्ट करने की कोशिश करती है;

चित्र ५–११. (अ) मुड़े हुए द्विध्रुवीय एण्टिना का अर्ध भाग।
(ब) सर्ज-अवबाधा सहित चौड़ी पट्टी प्रतिपूरक साइड सरकिट को दिखलाने के लिए सन्निकटीय तुल्य सरकिट।

चूँकि उच्च प्रतिकर्तृत्व अविस्तीर्ण पट्ट से और अनुच्च प्रतिकर्तृत्व विस्तृत पट्ट से संयुक्त होता है; मुड़े हुए द्विध्रुवीय को परिमित रूप से विस्तृत-पट्ट पद्धति के सदृश मान सकते हैं। चूँकि 54 से 88 Mc पट्ट 71 ± 17 Mc माना जा सकता है; यह $f_0 + 0{\cdot}24\, f_0$ के समान है या $\pm 24\%$ की मध्य आवृत्ति से परिवर्तन है, जिससे यथार्थ क्षति-पूरकता सम्भव है, मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय अनुच्च दूरवीक्षण पट्ट पर प्रभावित होता है।

मुड़े हुए द्विध्रुवीय की अवबाधा परिवर्तित गुण एक एण्टिना के दो सुचालक तत्त्व मानकर जिसका अर्ध-तरंग अनुनाद पर ७३ ओम का विकीर्ण प्रतिरोध हो, समझा सकते हैं। मानो यह प्रतिरोध R है। अतः समस्त प्रभावित धारा

$$i_t = \frac{e}{R} \qquad (५–४२)$$

1. Short-circuited, 2. Non-radiating Sine, 3. Deviate.

और विकीर्णक क्षमता

$$W_r = i_t^2 R \qquad (५–४३)$$

होगी।

अब मुड़े हुए द्विध्रुवीय सम्बन्ध[1] में वही क्षमता विकीर्ण होती है, यद्यपि पोषित बिन्दु पर धारा का अर्ध भाग प्रभावित होता है। अतः यदि एण्टिना पद्धति का कार्य साधक प्रतिरोध पोषित बिन्दुओं के बीच R_0 हो तो

$$W_r = \left(\frac{i_t}{2}\right)^2 R_0 \qquad (५–४४)$$

समीकरण (५–४३) और (५–४४) को बराबर करके तथा R_0 के लिए हल करके

$$R_0 = 4R \qquad (५–४५)$$

इस प्रकार चूँकि $R = 73$ ओम, $R_0 = 4 \times 73 = 292$ ओम जो कभी-कभी ३०० ओम के बराबर दिया जाता है।

यह स्पष्ट है कि प्रतिरोध R इससे भी अधिक मानों के लिए इस पद्धति से परिवर्तित किया जा सकता है। यदि n बराबर तत्त्वों में से एक जनित्र[2] से पोषित हो तो जनित्र को प्राप्त प्रतिरोध निम्न होगा––

$$R_0 = n^2 R \qquad (५–४६)$$

अतः n के १, २, ३, ४ मानों के लिए R_0 क्रमशः मान ७३, २९२, ६५७ और १,१६८ ओम होंगे।

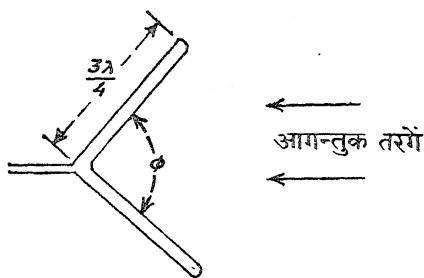
R_0 के मध्यवर्ती मान दो सुचालकों के व्यास अतुल्य बनाकर प्राप्त किये जा सकते हैं। इस स्थिति में समस्त धारा दोनों सुचालकों में तुल्य न होगी और इस प्रकार R_0 के लिए एक विस्तीर्ण चयन-क्षेत्र सम्भव है। द्वितत्त्व एण्टिना के लिए R_0 का मान राबर्ट द्वारा प्रदर्शित निम्न सम्बन्ध से सन्तोषजनक प्रायः शुद्ध, मान की गणना कर सकते हैं।

$$R_0 = R\left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)^2 \qquad (५–४७)$$

जहाँ Z_1= जनित्र से सम्बन्धित सुचालक के व्यास के तुल्य व्यासों के दो सुचालकों से बनी कल्पित प्रेषण-लाइन की सर्ज-अवबाधा, जिसके सुचालकों के केन्द्रों की बीच की दूरी वास्तविक मुड़े हुए द्विध्रुवीय के दोनों तत्त्वों के बीच की दूरी के बराबर है।
Z_2= जनित्र से पृथक् सुचालक के व्यास के बराबर व्यास वाले दो सुचालकों द्वारा

1. Connection, 2. Generator.

बनी प्रेषण-लाइन की, जिसके सुचालकों के केन्द्रों की बीच की दूरी वास्तविक मुड़े हुए द्वि-ध्रुवीय के दोनों तत्त्वों के बीच की दूरी के तुल्य है, सर्ज-अवबाधा।

अस्तु, यदि पोषित सुचालक का व्यास ०·१ इंच था जब कि द्वितीय का व्यास १ इंच और केन्द्र से केन्द्र की दूरी ६ इंच थी तो, समीकरण (५–४७) से

$$R_0 = 73\left(1 + \frac{575}{298}\right)^2 = 73 \times 8{\cdot}6 = 628 \text{ ओम} \qquad (५–४८)$$

दूसरी हालत में यदि पोषित सुचालक का व्यास १ इंच हो तो

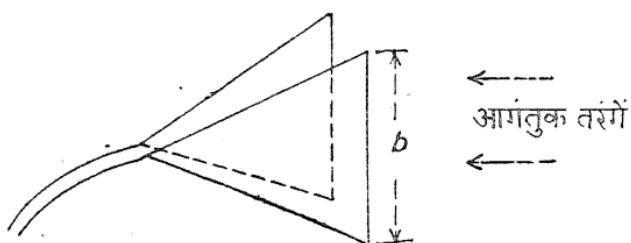
$$R_0 = 73\left(1 + \frac{298}{575}\right)^2 = 73 \times 2{\cdot}3 = 168 \text{ ओम} \qquad (५–४९)$$

५–६. मुड़े हुए द्विध्रुवीय V एण्टिना

परिमाण में अपरिवर्तित वही मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय उच्च आवृत्ति के दूरवीक्षण पट्ट १७४ से २१६ Mc तक के लिए $\frac{3\lambda}{2}$ की तरह कार्य करेगा, परन्तु अनुच्च पट्ट पर प्राप्त क्षैतिज समतल में दिशा-आकार[1] चित्र ८ के स्थान पर बहुअनुनादी एण्टिना छः कान उपस्थित करेगा। उनमें से दो अनुच्च आवृत्ति लोव[2] की दिशा में ही होते हैं अर्थात्

चित्र ५–१२. मुड़े हुए तत्त्व द्वारा बना दिशात्मक[3] V एण्टिना।

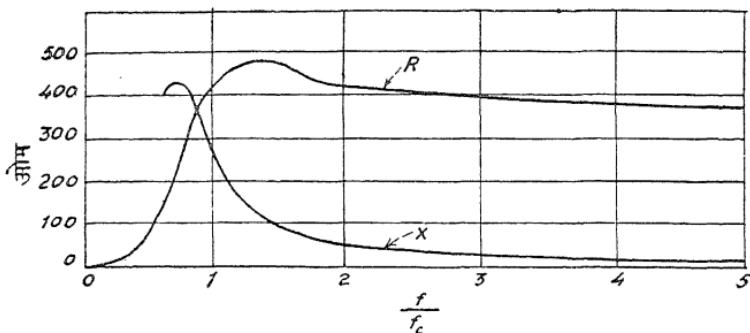
एण्टिना सुचालक की दिशा के ऊर्ध्वाधर, परन्तु ये कान प्रमुख नहीं हैं। शेष चार कान एक दूसरे के बराबर होते हैं और सुचालक की लाइन से ४१° हटे होते हैं। यदि द्विध्रुवीय को V-आकार में मोड़ दें जिससे दो प्रमुख लोव अनुरूप तथा जुड़ जायें तो ज्यादा सन्तोष-जनक एण्टिना प्राप्त होगा। चित्र ५–१२ शिखर से देखने का प्रवन्ध प्रदर्शित करता

1. Directional Pattern, 2. Lobes, 3. Directional.

है। कोण ϕ ज़्यादा शोचनीय नहीं है परन्तु अधिकतम $\phi=108^\circ$ पर होता है, यद्यपि अधिकतम में अल्प न्यूनता ϕ की ९५° से १२०° के विस्तार में पड़ती है।

इसके अलावा इस एण्टिना में एक और लक्षण है। जो प्रथम बार स्पष्ट न था; यह प्रवासी[1] एण्टिना की तरह काम करता है और इसलिए चित्र ५–१२ में प्रदर्शित की भाँति एकाकी अनुदिशत्व रखता है। अतः इसे एकाकी अनुदिशत्व के लक्षण प्राप्त करने के लिए इसके पीछे किसी भी परावर्तक की आवश्यकता नहीं होती। यह अनुच्च दूरवीक्षण पट्ट पर सत्य नहीं है जहाँ एकाकी अनुदिशत्व के लक्षण प्राप्ति-हेतु परावर्तक की आवश्यकता होगी।

उच्च और अनुच्च पट्ट के संग्रहण हेतु एक अन्य एण्टिना का प्रबन्ध होता है, जिसमें प्रयोग में न लाये हुए द्विध्रुवीय के प्रभाव को नष्ट करने के लिए, फिल्टर या फिल्टर रहित सामान्य प्रेषण-लाइन से पोषित दो पृथक् और अभिन्न द्विध्रुवीय, जिनमें से प्रत्येक क्रमशः दोनों पट्टों के लिए कटे होते हैं, संयुक्त काम करते हैं।

५–७. सूडो-हॉर्न[2] एण्टिना

एक दूसरे प्रकार से संगठित किया गया एण्टिना जो दोनों पट्टों पर अच्छी क्रिया करता है, 'हार्न' एण्टिना है। 'हॉर्न्स' अत्यधिक उच्च आवृत्तियों पर ज़्यादातर प्रयोग

चित्र ५–१३. सूडो-हार्न एण्टिना, वास्तव में सिर्फ़ हार्न की पक्ष प्लेट उपयुक्त हैं।

होता है, परन्तु उसकी प्रभुता और उपयुक्तता दूरवीक्षण प्रसारण[3] आवृत्तियों पर गुणग्राहक नहीं है।

चूँकि दूरवीक्षण प्रसारण में क्षैतिज ध्रुवण[4] प्रयुक्त होता है, 'हॉर्न' उन तरंगों को ग्रहण करने के लिए बनाया जा सकता है जिनका विद्युत विण्ट[5] क्षैतिज सतमल में हो। ऐसा एण्टिना चित्र ५–१३ में प्रदर्शित है। इसमें हॉर्न के दो ऊर्ध्वाधर पक्ष-वृत्त खण्ड[6]

1. Travelling, 2. Pseudo-Horn, 3. Broadcast, 4. Polarisation, 5. Electric Vector, 6. Side-Sectors.

अनन्तस्पर्शीय है। प्रतिकर्तृत्व तत्त्व X अंकित वक्र रेखा से पढ़ा जाता है और यह अनन्त आवृत्ति पर शून्य के प्रति अनन्तस्पर्शीय है। ३०० ओम सर्ज-अवबाधा की प्रेषण-लाइन जो व्यापार में उपलब्ध है, इस एण्टिना को ग्राहक से जोड़ने के लिए काम में ला सकते हैं। अनन्त आवृत्ति पर शक्ति में वेमेल हानि सिर्फ़ २% या .०८ db है। कट ऑफ़

चित्र ५-१५. सूडो-हार्न एण्टिना की अवबाधा, जिसकी सर्ज-अवबाधा ३७७ ओम है। प्रश्न में आवृत्ति और कट ऑफ़ आवृत्ति के अनुपात के साथ।

आवृत्ति पर १·२२ db शक्ति में २५% हानि होती है। कट ऑफ़ आवृत्ति से नीचे प्रतिरोध में न्यूनता आने के कारण यह हानि बढ़ती जाती है।

इस प्रकार के हार्न एण्टिना के प्रयोगात्मक परिमाण की गणना ५७ Mc कट ऑफ़ आवृत्ति मानकर कर सकते हैं जिस पर कट ऑफ़ तरंग दैर्घ्य ५·२५ मीटर होता है। तब परिमाण

$$a=\rho=\pi/2=2\cdot62 \text{ मीटर}=8\cdot6 \text{ फुट} \qquad (५–५४)$$

इसे ८ फुट तक रेखाच्छादित किया जा सकता है, जब तक कि चैनल २ भली प्रकार नहीं मिल जाती है।

अर्ध-तरंग डब्लेट[1] के ऊपर एण्टिना सामर्थ्य गेन[2] निम्न है—

$$\frac{W_h}{W_d}=\frac{\pi A}{\lambda^2}=\frac{\pi ab}{\lambda^2} \qquad (५–५५)$$

जहाँ A=वर्ग तरंग दैर्घ्य में मुख क्षेत्र

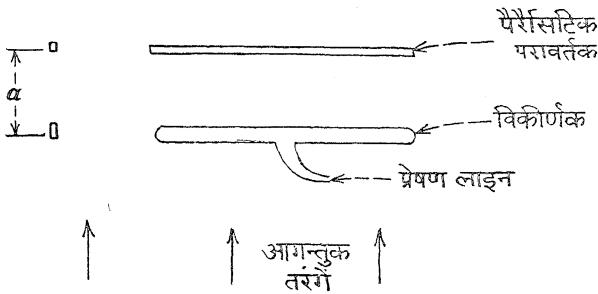
a =तरंग दैर्घ्य में मुख की चौड़ाई

b =तरंग दैर्घ्य में मुख की ऊँचाई

1. Doublet, 2. Gain.

$a=b=\frac{\lambda e}{2}$ की दशा में, सामर्थ्य गेन

$$\frac{W_h}{W_d}=\frac{\pi\lambda^2{}_c}{4\lambda^2}=0{\cdot}79\ \frac{\lambda_e{}^2}{\lambda^2}=0{\cdot}79\left(\frac{f}{f_c}\right)^2 \qquad (५–५६)$$

है।

अस्तु, यदि $f_c=61{\cdot}2Mc$ (जहाँ $a=8$ फुट), सामर्थ्य गेन 213Mc पर

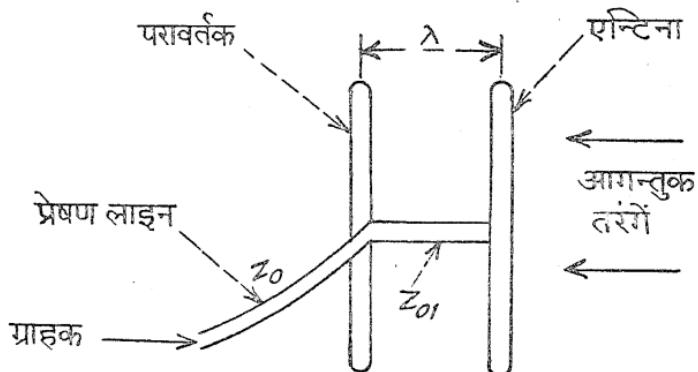
$$\frac{W_h}{W_d}=0{\cdot}79\left(\frac{213}{61{\cdot}2}\right)^2=9{\cdot}5 \text{ गुना}=9{\cdot}78db \qquad (५–५७)$$

यह सामर्थ्य गेन पाँच द्विध्रुवीय एण्टिना और पाँच परावर्तक या क़रीब दस तत्त्वों द्वारा प्रबन्धित द्विध्रुवीय और परावर्तक के ऐरे की सामर्थ्य गेन के तुल्य होता है। इस आवृत्ति पर प्रयोगात्मक मूल्य 9·7db आता है।

५–८. पराश्रयी[1] परावर्तक से युक्त द्विध्रुवीय

साधारण अर्ध-तरंग दैर्घ्य द्विध्रुवीय एण्टिना का दिशात्मक आकार[2] क्षैतिज समतल में प्रमुख चित्र ८ के समान होता है, जिसके दोनों लोब्स एण्टिना लाइन के ऊर्ध्वाधर होते

चित्र ५–१६. पराश्रयी परावर्तक युक्त दिशात्मक ग्राहक एण्टिना पद्धति। क्षैतिज ध्रुवित तरंगों के लिए पद्धति का चित्रित दृश्य।

हैं। इस कारण यह एण्टिना 'द्वि-दिशात्मक' कहलाता है। चित्र ५–१६ में प्रदर्शित एक परावर्तक तत्त्व प्रयुक्त करने से "एकाकी अनुदिशत्व" प्रबन्ध प्राप्त कर सकते हैं। परावर्तक को विकीर्णक के समानान्तर और उसी तुंगता[3] पर पीछे रखा जाता है। जब परावर्तक प्रेषित लाइन से सम्बन्धित नहीं होता तब इसे पराश्रयी परावर्तक कहते हैं

1. Parasitic, 2. Pattern, 3. Allitude.

अर्थात् यह मुख्य विकीर्णक से सम्बन्धित होकर अपना उत्तेजन[1] प्राप्त करता है। प्रेरित धारा का परिमाण मुख्यतः परावर्तक में प्रस्तुत अनुनाद अवस्था पर निर्भर होता है, क्योंकि परावर्तक सीधे पोषित नहीं होता। इस कारण पराश्रयी परावर्तक आवृत्ति के संकुचित पट्ट पर ही कार्य-साधक होता है। और चूँकि मुख्य एण्टिना धारा के सापेक्ष परावर्तक धारा का कला कोण परावर्तक को प्रतिरोधक या प्रेरक के रूप में चाहता है, परावर्तक की न्यूनतम आवृत्ति पर अर्ध-तरंग के बराबर लम्बाई काटनी चाहिए, जिस पर परावर्तक कार्य अच्छा चाहते हैं, तदनुसार, परावर्तक को मुख्य एण्टिना की भाँति आप्टीमाईज़ किया जा सकता है, जिसे पट्ट के सिरों की उच्च व अनुच्च आवृत्तियों के मध्यस्थ आवृत्ति के लिए काटा जा सकता है। पट्ट की उच्च आवृत्ति के सिरे पर कोई परावर्तक कार्य नहीं होता या सीमा फल[2] कम होता है।

परावर्तक को ताम्र चादर या पर्दे से या वहुत से तारों से बनाकर, जिससे परावर्तक को अनुच्च सर्ज-अववाधा प्राप्त हो, जिसके प्रतिकर्तृत्व तत्त्व और Q तृप्ति पूर्वक कम हों, जिससे आवृत्तियों को विस्तीर्ण पट्ट पर प्रेरित धाराओं को अनुच्च अववाधा प्राप्त हो सके, इस प्रवन्ध में सुधार हो सकते हैं।

५–९. प्रेरित[3] परावर्तक द्विध्रुवीय

परावर्तक को प्रेषण-लाइन से संयुक्त कर प्रेरित परावर्तक पद्धति इच्छानुसार बना सकते हैं। इस सम्बन्ध से पद्धति के पट्ट विस्तार में काफ़ी सुधार हो जाता है। चित्र

चित्र ५–१७. सुचालक द्वारा सम्बन्धित परावर्तक युक्त दिशात्मक ग्राहक एण्टिना, क्षैतिज ध्रुवित तरंग के लिए चित्रित दृश्य।

५–१७ में वायीं ओर मुड़ा हुआ द्विध्रुवीय एण्टिना प्रदर्शित है। इसके पोषित बिन्दु

1. Excitation, 2. End Result, 3. Driven.

मुड़े हुए द्विध्रुवीय परावर्तक के पोषित बिन्दुओं से सुचालक से जुड़े हैं जो दायीं ओर एण्टिना के समानान्तर और एण्टिना के पीछे चतुर्थांश तरंग दैर्घ्य पर प्रदर्शित हैं। प्रेषण-लाइन ग्राहक के परावर्तक पोषित बिन्दु से सम्बन्धित होती है। टर्नस्टाइलएण्टिना[1] की भाँति यह पद्धति विस्तृत पट्ट पद्धति होती है अर्थात् लाइन से सम्बन्धित चतुर्थांश तरंग दैर्घ्य अवबाधा अधोमुख[2] की भाँति काम करता है। एण्टिना और परावर्तक कुछ पारस्परिक अवबाधा[3] रख सकता है। इस कारण सम्पूर्ण पद्धति को गणित द्वारा प्रकट करना कठिन है। विकिरण तत्त्वों के बीच पारस्परिक अवबाधा का वाद-विवाद[4] G. H. Brown द्वारा दिया गया है, जिसमें कुछ गणना करने के पश्चात् यह प्राप्त है कि ३०० ओम एण्टिना प्रतिरोध ४०८ ओम तक बढ़ जाता है और परावर्तक प्रतिरोध १८४ ओम हो जाता है। तुल्य एण्टिना और परावर्तक धाराएँ उपर्युक्त सर्ज-अवबाधा Zo_1 रखनेवाली लाइन से सम्बन्धित चतुर्थांश-तरंग दैर्घ्य बनाकर प्राप्त कर सकते हैं। इस तरह

$$i_r = \frac{e_r}{R_r} \qquad (५–५८)$$

और

$$i_a = \frac{e_a}{R_a} \qquad (५–५९)$$

परन्तु

$$\frac{e_a}{e_r} = \sqrt{\frac{R_a}{Z_{01}^2/R_a}} = \frac{R_a}{Z_{a1}}$$

या

$$e_a = \frac{e_r R_a}{Z_{a1}} \qquad (५–६०)$$

समीकरण (५–६०) को (५–५९) में रखने पर

$$i_a = \frac{e_r}{Z_{01}} \qquad (५–६१)$$

समीकरण (५–५८) और (५–६१) को तुल्य करने पर

$$Z_{a1} = R_r \qquad (५–६२)$$

1. Turnstile Antenna, 2. Inverter, 3. Mutual, 4. Discussion.

इस प्रकार कल्पित उदाहरण में Z_{01} १८४ ओम सर्ज-अवबाधा वाली बनानी होगी। परावर्तक पोषित बिन्दुओं पर सम्पूर्ण प्रतिरोध

$$R_t = \frac{R_r (Z_{01})^2/R_a}{R_r + (Z_{01}^2/R_a)} = \frac{R_r^3/R_a}{R_r + (R_r^2/R_a)} = \frac{R_r^2}{R_a + R_r} \qquad (५–६३)$$

हो जाता है।

कथित उदाहरण में R_t

$$R_t = \frac{184^2}{408+184} = 57 \text{ ओम} \qquad (५–६४)$$

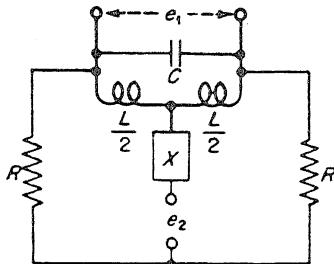
हो जाता है।

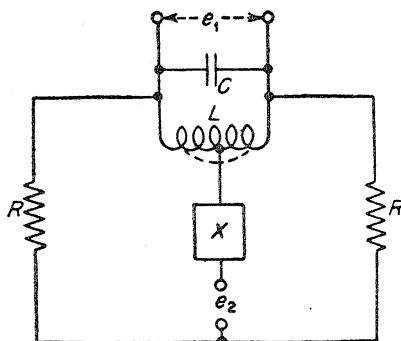
इसलिए ग्राहक को प्रेषित लाइन ५७ ओम तुल्यता[1] पर काम करने वाली बनानी चाहिए। चूँकि यह प्रयोगात्मक दो तार लाइन के लिए अनुच्च मान है, अस्तु, चार तार मुड़े हुए द्विध्रुवीयों का उपयोग इच्छित है जो Z_{01} के लिए २४० ओम लाइन बनायेगी।

५–१०. अपवर्त्य[2]-तत्त्व एरेज[3]

सूक्ष्मग्राही[4] तथा दिशात्मक गुण बढ़ाने के लिए साधारण द्विध्रुवीय और परावर्तकों के समूहों के संयोग तैयार किये जा सकते हैं, जिससे तत्त्व संख्या बढ़ती है। इस प्रकार के बीम[5] एण्टिना सामान्यतया न्याययुक्त अनुच्च पट्ट हैं और वह विशिष्ट दूरवीक्षण सरणी हेतु बनाने चाहिए। यदि उच्च पट्ट एण्टिना इच्छित है तो हार्न या सम चतुर्भुज[6] एण्टिना उपयोग में लाना सामान्यतया अच्छा है। हार्न का मुख छिद्र[7] दी हुई तरंग दैर्घ्य पर समान गेन वाले अपवर्त्य-तत्त्व विस्तृत एण्टिना के क्षेत्र के प्रायः तुल्य होगा और एक बार में बनाया हार्न अधिक विस्तृत तरंग विस्तार पर प्रभावशाली होगा।

प्रश्नावली

५–१. (अ) चित्र ५–३ की भाँति एक शीट[8] पर एण्टिना सर्ज-अवबाधा की वक्र रेखाएँ खींचो, और ·०१ से १० इंच तक व्यास में f_0 के लिए प्रत्येक सरणी के मध्य का **चयन** करते हुए, जैसे सरणी २ के लिए $f_0=57$, दूरवीक्षण सारणी २ के लिए।

(ब) यदि $R=73$ ओम और $Z_0=556$ ओम तो समीकरण (५–२४) के मूल सूत्र से Z_{01} को हल करो। यदि Z_{01} लाइन दो समतल पट्ट से बनी हों और पट्ट २ इंच चौड़े हों तो प्राप्त Z_{01} हेतु उनकी मध्यस्थ दूरी क्या होगी ?

1. Level, 2. Multiple, 3. Arrays, 4. Sensitivity, 5. Beam, 6. Rhombic, 7. Opening, 8. Sheet.

उत्तर—(ब) $Z_{01}=9{\cdot}6$ ओम

मध्यस्थ दूरी =·०५१ इंच

५–२. (अ) निम्न डाइप्लेक्सर[1] परिपथ में X हेतु समीकरण निकालो और मालूम करो कि क्या यह संघनित्र या प्रेरकत्व होना चाहिए, इसका मान L, C और R में मालूम करो।

(ब) निम्न परिपथ से X हेतु वही मालूम करो जहाँ L के दोनों भाग युग्म गुणांक K से युग्म हैं, जहाँ K एक से कम है।

उत्तर—(अ) $X=-\frac{\omega_2 L}{4}$; X धारितायुक्त[2] है; $Cx=\frac{4}{\omega_2^2 L}$

(ब) $X=-\frac{\omega_2 L\,(1-K)}{4\,(1+K)}$; X धारितायुक्त है; $Cx=\frac{4\ (1+K)}{\omega_2^2\,(1-K)L}$

1. Diplexer, 2. Capacitive.

अध्याय ६

रेडियो आवृत्ति इनपुट परिपथ और कोलाहल गुणांक

६–१. इनपुट परिपथ की आकांक्षाएँ[1]

ग्राहक के इनपुट परिपथ की साधारणतः दो आकांक्षाएँ होनी चाहिए—(१) परावर्तन को समाप्त करने हेतु इसको एण्टिना से अपनी सर्ज-अवबाधा में प्रेषित लाइन समाप्त कर देनी चाहिए। (२) इसको कम से कम ट्यूब और परिपथ कोलाहल के साथ कार्यक्षम[2] संकेतक वोल्टता इन-पुट ट्यूब को देनी चाहिए। विस्तृत अभिप्राय में 'इन-पुट परिपथ' पद में रेडियो आवृत्ति प्रवर्धक स्थितियाँ और परिवर्तनकर्ता[3] सम्मिलित हैं।

६–२. कोलाहल गुणांक

कोलाहल और संकेत-कोलाहल[4] अनुपातों के अध्ययन में प्राप्त शास्त्र, चक्र के प्रत्येक अवयव के अन्तर्वर्ती कोलाहल के विषय में जाँचना कि क्या वह प्रतिरोध की ऊष्मीय-गति[5] या अस्थिरता या निर्वात नली के गोली कोलाहल के कारण है, और तब इन कोलाहल वोल्टताओं को चक्र के किसी बिन्दु पर जोड़ना है, जिसके ओम सम्पूर्ण कोलाहल वोल्टता में कोलाहलों के अंशदान उपेक्षणीय हों। एण्टिना संकेत को भी परिपथ के उसी बिन्दु पर स्थानान्तरित कर दिया जाता है जहाँ इसकी तुलना कोलाहल गुणांक प्राप्त करने हेतु एकत्रित कोलाहल वोल्टता से की जाती है। कोलाहल गुणांक आदर्श ग्राहक पद्धति के संकेत-कोलाहल वोल्टता अनुपात तथा वास्तविक ग्राहक-पद्धति के संकेत-कोलाहल वोल्टता अनुपात के अनुपात से परिभाषित है। कोलाहल गुणांक को संख्यासूचक अनुपात या डेसीवल[6] में लिख सकते हैं। परन्तु अन्तिम रीति अधिकतर उपयोग में लायी जाती है। गणित रूप में कोलाहल गुणांक NF निम्न सूत्र द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

1. Requirement, 2. Efficient, 3. Converter, 4. Signal-tc-noise, 5. Agitation, 6. Decibel (db).

$$NF = \frac{S/Ni}{S/Na} = \frac{Na}{Ni} \qquad (६—१)$$

जहाँ

S = संकेत वोल्टता

Ni = आदर्श ग्राहक की कोलाहल वोल्टता

Na = वास्तविक ग्राहक की कोलाहल वोल्टता

डेसीवल अंक पद्यति[1] में

$$NF = 20 \log_{10} \frac{Na}{Ni} \qquad (६—२)$$

यह प्रकट है कि कोलाहल गुणांक सूत्र में संकेत वोल्टता स्वयं लुप्त हो जाती है, इसलिए कोलाहल गुणांक की गणना करने में सिर्फ Ni और Na मालूम करना आवश्यकीय है।

चूँकि आदर्श ग्राहक अपना स्वयं का कोलाहल नहीं रखता और इस कारण इसके कार्य आवर्धन, आवृत्ति परिवर्तन और परिचायन,[2] आदर्श कोलाहल को उच्चतर वोल्टता तल में ले जाना है। अतः Ni यह समझ कर प्राप्त की जाती है कि यह संकेत स्रोत की आन्तरिक अवबाधा में अन्तर्निहित कोलाहल के कारण है।

Na नाप कर या गणना द्वारा मालूम की जा सकती है। यह अनेक विधियों द्वारा नापी जा सकती है। जैसे ग्राहक के आउट-पुट कोलाहल तथा ग्राहक के आउट-पुट की तुलना से जब ग्राहक ज्ञात वोल्टता के अंशन[3] के संकेत जनित्र द्वारा पोषित होता है। संकेत जनित्र ज्या-तरंग दोलक या प्रमाणित कोलाहल स्रोत हो सकता है।

नाप तोल की यन्त्रकला वस्तुतः अस्तित्व पद्धति के लिए ही उपयुक्त है। चित्रकार बहुत सी दूरदर्शी पद्धतियों के कोलाहल गुणांक मालूम करने के इच्छुक होते हैं, जिससे वे अपेक्षाकृत उत्तम[4] ढाँचे को बनाने व परीक्षा हेतु चुन सकें।

ग्राहक द्वारा सम्मिलित कोलाहल वोल्टता परिपथ तत्त्वों की प्रतिरोधक अवबाधा में ऊष्मीय प्रभाव और इलेक्ट्रान नलिका में निहित कोलाहल के कारण होती है। ऊष्मीय घबराहट द्वारा कोलाहल वोल्टता कमरे के नाप पर समीकरण (३–१४४) द्वारा दी हुई है और यह

$$ER = 1{\cdot}28\sqrt{RF}\ 10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—३)$$

है जहाँ R = प्रतिरोधक अवबाधा

F = पट्ट विस्तार, चक्र प्रति सेकण्ड में।

1. Notation, 2. Detection, 3. Calibration, 4. More Promising.

कोलाहल वोल्टता के, जो इलेक्ट्रान नलिका से प्राप्त होती है, दो भाग होते हैं। प्रथम धनाग्र[1] व ऋणाग्र[2] के बीच इलेक्ट्रान के आकस्मिक[3] बहाव के कारण कोलाहल, जो नलिका की प्रवर्तक आवृत्ति से स्वतन्त्र हैं और द्वितीय नलिका के संक्रमण[4]-समय इन-पुट प्रतिरोध के कारण कोलाहल हैं। यह प्रयोग द्वारा पाया गया है कि इस प्रतिरोध के कारण उत्पन्न कोलाहल कमरे के ताप के पाँचगुने ताप पर परिपथ-प्रतिरोध के उष्मीय कोलाहल के लगभग बराबर होता है। नलिका के आन्तरिक प्लेट-प्रतिरोध[5] तथा पृथ्वी से ऋणाग्र की ओर दीखने वाली नलिका के प्रतिरोध द्वारा कोई कोलाहल उत्पन्न नहीं होता।

नलिका कोलाहल के साट कोलाहल अवयव का ग्रिड परिपथ से सम्बन्ध मानना अनुकूल पाया गया है जहाँ इसे, पद्धति के सम्पूर्ण प्रतिरोध को प्राप्त करने में, इनपुट परिपथ प्रतिरोध के साथ मिला सकते हैं। "तुल्य कोलाहल प्रतिरोध" पद इस प्रतिरोध के लिए प्रयोग होता है। इस तुल्य प्रतिरोध Req का मान प्रत्येक नलिका हेतु प्रयोगात्मक रूप से निकाला गया है। निम्न प्रयोग-सिद्ध[6] सूत्र नलिका की ज्ञात राशियों में करीब-करीब इस प्रतिरोध को दर्शाता है। ट्राओड के लिए—

$$R_{eq}=\frac{2\cdot5}{g_m} \qquad (६—४)$$

स्क्रीन ग्रिड[7] नलिका के हेतु

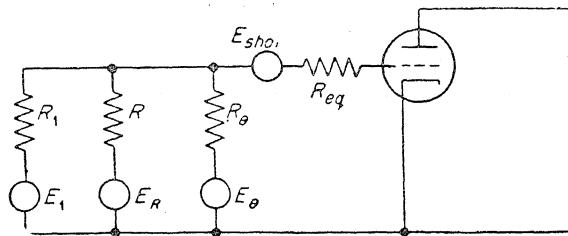
$$R_{eq}=\frac{I_b}{I_b+I_{sc}}\left(\frac{2\cdot5}{g_m}+\frac{20\,I_{sc}}{g_m^{\,2}}\right) \qquad (६—५)$$

जहाँ g_m=पारस्परिक चालकता, म्हो में

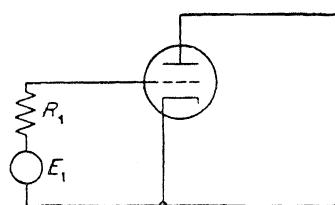
I_b=आम्पीयर्स में प्लेट धारा

I_{sc}=आम्पीयर्स में स्क्रीन धारा

R_{eq} के कारण कोलाहल वोल्टता

$$E_{shot}=1\cdot28\sqrt{R_{eq}F}\times10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—६)$$

संक्रमण समय प्रतिरोध R_θ के कारण कोलाहल वोल्टता समीकरण (६–३) में प्रतिरोध पद को ५ से गुणा करके प्राप्त होता है, इसलिए

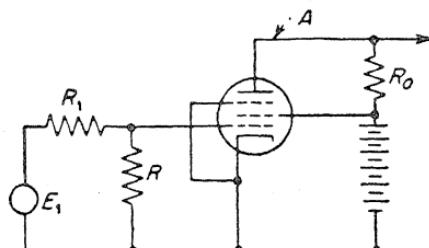
$$E_\theta=1\cdot28\sqrt{5R_\theta F}\times10^{-10}$$
$$=2\cdot87\sqrt{R_\theta F}\times10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—७)$$

1. Anode, 2. Cathode, 3. Random, 4. Transit, 5. Plate Resistance, 6. Empirical, 7. Screen-Grid.

R_θ का मान आवृत्ति के साथ स्थिर नहीं है, परन्तु आवृत्ति के वर्ग के समानुपाती होता है। जब तक नलिका इनपुट चालकता कम करने हेतु ऋणाग्र-ग्रिड दूरी कम रखने वाली न बनायी जाय, तब तक १०० Mc से अधिक आवृत्तियों पर ग्राहक में यह सर्वप्रधान कोलाहल का कारण हो सकता है।

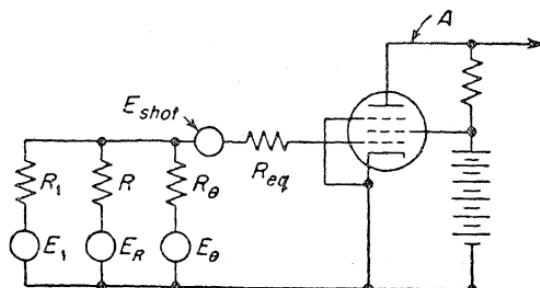
कोलाहल की गणना करने के लिए व्यापक[1] परिपथ चित्र (६–१) में दर्शित है।

चित्र ६–१. कोलाहल गुणांक की गणना हेतु व्यापक परिपथ; चार कोलाहल वोल्टताएँ दर्शित।

जैसा पहले वर्णित है, आदर्श ग्राहक सिर्फ जनित्र अवबाधा से सम्बन्धित कोलाहल वोल्टता रखेगा। यह E_1 द्वारा चित्र ६–१ में दर्शित जनित्र अवबाधा R_1 के कारण है; चूँकि आदर्श ग्राहक में परिपथ प्रतिरोध R और संक्रमण-समय प्रतिरोध अनन्त होंगे जब कि नलिका तुल्य कोलाहल प्रतिरोध Req शून्य होगा। अतः आदर्श ग्राहक का इनपुट परिपथ चित्र ६–२ में स्पष्ट है।

चित्र ६–२. आदर्श ग्राहक का इनपुट परिपथ जिसमें कोलाहल का सिर्फ जनित्र आन्तरिक प्रतिरोध R_1 स्रोत है।

निम्नलिखित परिच्छेदों में अनेक इनपुट परिपथों का विस्तृत वर्णन होगा। जिनमें कोलाहल गुणांक की गणना करने में उपयुक्त सिद्धान्त इंगित होंगे। चार

1. Generalised.

प्रकार के इनपुट परिपथ अनेक व्यापारिक टेलीविज़न ग्राहकों में पाये जाते हैं। प्रथम पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड आवर्धक, द्वितीय पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड आवर्धक, तृतीय पेण्टोड-मिश्रित-ग्रिड[1] और ऋणाग्र-पोषित[2] आवर्धक तथा चतुर्थ केस्कोड[3] परिपथ हैं।

६–३. पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड प्रवर्धक

सर्वसाधारण पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित प्रवर्धक की आकृति वह है जो अ-स्वरित या विस्तृत समस्वरित इनपुट परिपथ प्रतिरोध से पार्श्ववाहिक[4] प्रेषित लाइन में

चित्र ६–३. पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड रेडियो आवृत्ति आवर्धक का आकार मात्रक चित्र, कोलाहल वोल्टता A बिन्दु पर एकत्रित होंगी जो बिन्दु A की बायीं ओर उत्पन्न हुए कोलाहल के कारण है।

समाप्त करने हेतु रखती है। यह चित्र ६–३ में प्रदर्शित है। माना, कोलाहल की प्रथम साधारण घटना आगे की नलिकाओं और आउट-पुट प्रतिरोध R_0 के कोलाहल

चित्र ६–४. चित्र ६–३ के परिपथ के तुल्य मानचित्र जो कोलाहल वोल्टता के उद्गम को प्रदर्शित करता है।

1. Grounded-Cathode, 2. Pentode-combination grid-and Cathode feed. 3. Cascode, 4. Shunted.

की उपेक्षा करते हुए सिर्फ इस नलिका और इनपुट परिपथ में उत्पन्न है। कथित सिद्धान्तों के अनुसार अनेक कोलाहल वोल्टताएँ चित्र ६–४ में A विन्दु पर एकत्रित होंगी, जो चित्र ६–३ के समान हैं। परन्तु उनसे सम्बन्धित कोलाहल प्रतिरोध व कोलाहल वोल्टताएँ स्पष्ट करते हुए दोबारा खींची गयी हैं।

R_1 के कारण कोलाहल वोल्टता R_1 के श्रेणी क्रम में E_1 से दर्शित है; यह ऊष्मीय गति[1] वोल्टता है। अतः समीकरण (६–३) से

$$E_1 = 1.28\sqrt{R_1F}\ 10^{-10} \qquad (६—८)$$

जालचक्र अलगाव[2] प्रतिरोध वोल्टता के कारण, इस वोल्टता का सिर्फ कुछ भाग ही नलिका के ग्रिड तक पहुँचता है। E_1 के कारण ग्रिड वोल्टता को e_{g11} मानते हुए

$$e_{g11} = 1.28\sqrt{R_1F}\left[\frac{1}{\frac{R_1(R+R_\theta)}{RR_\theta}+1}\right]10^{-10} \qquad (६—९)$$

नलिका इस वोल्टता को पेण्टोड के सामान्य लाभ गुणांक से आवर्धित करती है, जिसमें $R_0 << r_p$ जहाँ r_p नलिका प्लेट प्रतिरोध है।

$$\text{लाभ} = g_m\ R_0 \qquad (६—१०)$$

जहाँ gm=नलिका पारस्परिक चालकता
इसलिए R_1 के कारण प्लेट परिपथ में प्रकाशित[3] वोल्टता

$$e_{p11} = e_{g11}\ g_mR_0 = 1\cdot28\sqrt{R_1F}\left[\frac{1}{\frac{R_1(R+R_\theta)}{RR_\theta}+1}\right]g_m\ R_0 10^{-10} \qquad (६–११)$$

हो जाती है।

आगामी विचारणीय कोलाहल वोल्टता प्रतिरोध R के कारण है जो लाइन-पृथक्करण[4] प्रयोजन हेतु परिपथ में सम्मिलित है। यह भी ऊष्मीय घबराहट वोल्टता है और समीकरण (६–३) से

$$E_R = 1\cdot28\sqrt{RF}\ 10^{-10} \qquad (६—१२)$$

है। **जालचक्र अलगाव प्रतिरोध वोल्टता**[5] के कारण इस वोल्टता का सिर्फ अंश ही नलिका की ग्रिड तक पहुँचता है। E_R के कारण ग्रिड वोल्टता को e_{g12} मानते हुए

1. Thermal agitation, 2. Dividing, 3. Appearing, 4. Line-Termination, 5. Resistance-Voltage dividing network.

$$e_{g12}=1{\cdot}28\sqrt{RF}\left[\frac{1}{\frac{R(R_1+R_\theta)}{R_1R_\theta}+1}\right]10^{-10} \qquad (६—१३)$$

समीकरण (६–१०) की भाँति नलिका इस ग्रिड वोल्टता को आवर्धित करती है। इस कारण R के कारण प्लेट परिपथ में प्रकाशित वोल्टता

$$e_{p12}=e_{g12}\ g_mR_0=1{\cdot}28\sqrt{RF}\left[\frac{1}{\frac{R(R_1+R_\theta)}{R_1\ R_\theta}+1}\right]g_m\ R_0 10^{-10}$$

हो जाती है। (६—१४)

आगामी विचारणीय कोलाहल वोल्टता संक्रमण-समय प्रतिरोध R_θ के कारण है। यह भी ऊष्मीय घबराहट वोल्टता है। परन्तु यह कमरे के ताप के ५ गुना कोलाहल ताप रखती है, जैसा कि निरीक्षणों से प्रकट है। समीकरण (६–७) से R_θ की कोलाहल वोल्टता

$$E_\theta=2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\ 10^{-10} \qquad (६—१५)$$

है। जाल चक्र अलगाव प्रतिरोध वोल्टता के कारण इस वोल्टता का सिर्फ अंश ही नलिका ग्रिड को पहुँचता है। R_θ के कारण उत्पन्न ग्रिड वोल्टता e_{g13} से मानते हुए

$$e_{g13}=2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\left[\frac{1}{\frac{R_\theta\ (R+R_1)}{R\ R_1}+1}\right]10^{-10} \qquad (६—१६)$$

समीकरण (६–१०) की भाँति नलिका इस ग्रिड वोल्टता का आवर्धन करती है, जिससे R_θ के कारण प्लेट परिपथ में उत्पन्न वोल्टता

$$e_{p13}=e_{g13}\ g_mR_0=2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\left[\frac{1}{\frac{R_\theta\ (R+R_1)}{RR_1}+1}\right]g_mR_0\times10^{-10}$$

है। (६—१७)

अन्त में आखिरी विचारणीय कोलाहल वोल्टता नलिका का साट कोलाहल है। यह ऊष्मीय-घबराहट कोलाहल नहीं है, परन्तु संख्या रूप में काल्पनिक प्रतिरोध की ऊष्मीय-घबराहट वोल्टता से प्रदर्शित कर सकते हैं। काल्पनिक प्रतिरोध "तुल्य कोलाहल प्रतिरोध" कहलाता है जो ग्रिड विद्युदग्र के श्रेणी क्रम में रखा जाता है। परन्तु यह वोल्टता विभाजन में कोई भाग नहीं लेता। यह प्रतिरोध R_{eq} कहलाता है। और इसके श्रेणी क्रम में वोल्टता

$$E_{shot} = 1{\cdot}28 \sqrt{R_{eq}} F \; 10^{-10} \qquad (६—१८)$$

है।

यह वोल्टता बिना क्षय के ग्रिड पर प्रकट होती है और तदनुसार ग्रिड से सम्बन्धित साट वोल्टता जिसे e_{g14} कहते हैं

$$e_{g14} = 1{\cdot}28 \; \sqrt{R_{eq} F} \; 10^{-10} \qquad (६–१९)$$

समीकरण (६–१०) की भाँति नलिका इस वोल्टता को आवर्धित करती है, जिससे Req के कारण प्लेट परिपथ में प्रकट हुई वोल्टता

$$e_{p14} = e_{g14}\, g_m\, R_0 = 1{\cdot}28 \sqrt{Req\ F}\, g_m\, R_0\, 10^{-10} \qquad (६ – २०)$$

चित्र ६–४ में विन्दु A पर सम्पूर्ण वोल्टता e_{p11}, e_{p12}, e_{p13} और e_{p14} के वर्गों के योग के वर्गमूल के बराबर हैं। इसलिए सम्पूर्ण वोल्टता

$$e_{np1} = \sqrt{e_{p11}^2 + e_{p12}^2 + e_{p13}^2 + e_{p14}^2} \qquad (६ – २१)$$

'आदर्श' ग्राहक सिर्फ प्लेट परिपथ में उपस्थित e_{p11} रखेगा, क्योंकि परिभाषा से अन्य कोलाहल वोल्टता शून्य है। अतः कोलाहल गुणांक समीकरण (६–१) और (६–२१) से

$$N\ F_1 = \frac{N_a}{N_i} = \sqrt{\frac{e_{p11}^2 + e_{p12}^2 + e_{p13}^2 + e_{p14}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६ – २२)$$

हो जाता है।

जब समीकरण (६–२२) प्रयोगात्मक रूप में प्रयोग होता है, तो संख्यात्मक उत्तर प्राप्त करने के लिए निश्चित परिपथ और नलिका-अचल[1] की आवश्यकता पायी जायेगी। e_{p11}, e_{p12}, e_{p13} और e_{p14} के समीकरणों के निरीक्षण से R_1, $R_1 R_\theta$, g_m, R_{eq}, R_o और F अचल राशियों की आवश्यकता होती है। अब इनमें से R_θ, R_{eq} और g_m नलिका-अचल हैं जो कार्य हेतु चयन हुई नलिका के लिए स्थिर है। आउट-पुट भार-प्रतिरोध[2] की गणना समीकरण (४–४६) से कर सकते हैं, जो करीब-करीब

$$R_0 \cong \frac{0{\cdot}046}{f_1 C} \qquad (६ – २३)$$

जहाँ $C = R_o$ के आरपार सम्पूर्ण पार्श्ववाही धारिता

f_1 = चित्रकार द्वारा चुने हुए प्लेट परिपथ में इच्छित पट्ट विस्तार का अर्धांश।

1. Tube constant, 2. Load Resistance.

R_1 प्रेषित लाइन की सर्ज-अववाधा की भाँति स्वेच्छापूर्वक चयन किया जा सकता है, जैसे कि ७५ ओम या ३०० ओम। अब R गणना करने को शेष है जो लाइन को पृथक् करने हेतु R_θ के साथ समानान्तर क्रम में जुड़ा हुआ भौतिक प्रतिरोध है, इसलिए चूँकि R_1 लाइन अववाधा है

$$R=\frac{R_\theta \; R_1}{R_\theta - R_1} \qquad (६-२४)$$

नियुक्त हुए एक लाक्षणिक पेण्टोड ग्राहक नलिका के परिमाणों का अनुसन्धान होगा और दूसरे पेण्टोड के इनपुट परिपथ का अध्ययन करने हेतु वही प्रकार प्रयुक्त होगा, जिससे उसके पारस्परिक कार्यों की तुलना हो सके। मान लिया, इस प्रयोजन के लिए 6C B6 नलिका का चयन हुआ है। यह सूक्ष्म नलिका पेण्टोड के रूप में निम्न लक्षण रखती है—

पारस्परिक चालकता	६२०० माइक्रो म्हो
प्लेट धारा	०·००९५ अम्पीयर्स
स्क्रीन धारा	०·००२८ अम्पीयर्स
इनपुट धारिता	६·५ माइक्रो माइक्रो फेराड
आउटपुट धारिता	१·८ माइक्रो माइक्रो फेराड
ग्रिड-प्लेट धारिता	०·०१५ माइक्रो माइक्रो फेराड
१०० Mc पर इनपुट चालकता	४६० माइक्रो म्हो
प्लेट वोल्टता	२०० वोल्ट
स्क्रीन वोल्टता	१५० वोल्ट
ग्रिड वोल्टता	−२·२ वोल्ट

इसलिए समीकरण (६–५) से पेण्टोड की भाँति सम्बन्धित इस नलिका का तुल्य कोलाहल प्रतिरोध

$$R_{eq}=\frac{9\cdot5}{9\cdot5+2\cdot8}\left(\frac{2.5}{6\cdot2\times10^{-3}}+\frac{20\times0\cdot0028}{6\cdot2^2\times10^{-6}}\right)$$

$$=0\cdot778(403+1,460)=1,460 \text{ ओम} \qquad (६-२५)$$

है।

दिये हुए सम्पूर्ण उदाहरणों में, कोलाहल गुणांक की सर्व अनुच्च आवृत्तियों पर (जहाँ R_θ अनन्त हैं) गणना होगी। ७० Mc पर, जो ५४ Mc से ८८ Mc तक विस्तृत सर्वोच्च आवृत्ति टेलीविज़न के अनुच्च पट्ट के मध्य के पास है और १९५

Mc पर, जो १७४ Mc से २१६ Mc तक विस्तृत सर्वोच्च आवृत्ति टेलीविज़न के उच्च पट्ट के मध्य के समीप है। संक्रमण-समय प्रतिरोध R_θ की, 6CB6 के लिए, १०० Mc पर इनपुट चालकता से गणना होती है, जिसमें चालकता आवृत्ति के वर्ग के समानुपाती होती है, ऐसा मान लेते हैं। अतः ७० Mc पर

$$R_\theta = \left(\frac{100}{70}\right)^2\left(\frac{1}{g_i}\right) = 2{\cdot}04\left(\frac{1}{460\times10^{-6}}\right) = 4400 \text{ ओम} \quad (६-२६)$$

जहाँ g_i = १०० Mc पर इनपुट चालकता; और इसी प्रकार १९५ Mc पर

$$R_\theta = \left(\frac{100}{195}\right)^2\left(\frac{1}{460\times10^{-6}}\right) = 572 \text{ ओम} \quad (६-२७)$$

आउट-पुट भार प्रतिरोध R_0 का मूल्य निरूपण हेतु नलिका, तारों के प्रबन्ध, छिद्रों और वेष्टनों के कारण उत्पन्न आउट-पुट परिपथ के आरपार सम्पूर्ण पार्श्ववाही धारिता १० माइक्रो माइक्रो फेराड मान लेते हैं और पट्ट-विस्तार ६ Mc। समीकरण (६–२३) में इन गुणांकों को रखने से

$$R_\circ = \frac{0{\cdot}046}{3\times10^6\times10^{-11}} = 1530 \text{ ओम} \quad (६-२८)$$

R_1 को ३०० ओम मानकर जिससे प्रेषित लाइन की सर्ज-अवबाधा ३०० ओम है, समीकरण (६–२४) से R के मूल्य निरूपण हेतु सभी आंकिक मूल्य मालूम हैं। अतः अनुच्च आवृत्ति पर जहाँ R_θ अनन्त है

$$R = R_1 = 300 \text{ ओम} \quad (६-२९)$$

70Mc पर, जहाँ R_θ = 4,400 ओम

$$R = \frac{4400\times300}{4400-300} = 322 \text{ ओम} \quad (६-३०)$$

जब कि 195 Mc पर, जहाँ R_θ = 572 ओम

$$R = \frac{572\times300}{572-300} = 630 \text{ ओम} \quad (६-३१)$$

कोलाहल गुणांक की गणना हेतु आवश्यकीय सम्पूर्ण स्वीकृत तत्त्व मालूम हैं जो तालिका (६–१) में उपर्युक्त निर्देश हेतु लिखित हैं।

तालिका ६–१. लाक्षणिक[1] पेण्टोड ग्राहक नलिका के कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना हेतु स्वीकृत तत्त्व—

(उच्चायी[2] रहित इनपुट ट्रान्सफार्मर 6CB6 पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित रेडियो, आवृत्ति आवर्धक पेण्टोड के हेतु स्वीकृत तत्त्व)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R_1	मानी हुई	३००	३००	३००
R	समीकरण (६-२४)	३००	३२२	६३०
R_θ	समी. (६-२६, ६-२७)	अनन्त	४४००	५७२
g_m	दी हुई	६२००×१०$^{-६}$	६२००×१०$^{-६}$	६२००×१०$^{-६}$
R_{eq}	समीकरण (६-२५)	१४६०	१४६०	१४६०
R_0	समीकरण (६-२३)	१५३०	१५३०	१५३०

ये स्वीकृत तत्त्व[3] कोलाहल वोल्टता e_{p11}, e_{p12}, e_{p13}, और e_{p14} की गणना हेतु उपयुक्त होते हैं। कोलाहल गुणांक NF, समीकरण (६–२२) से मालूम कर लिया जाता है। इन गणनाओं के परिणाम शीघ्र निर्देशन[4] हेतु तालिका (६–२) में लिखित हैं। यह दिखलाई देगा कि उच्च और अनुच्च आवृत्ति कार्यशीलता[5] में अन्तर सिर्फ अर्ध डेसीवल हैं इस कारण यह निर्णय करना चाहिए कि इस विशिष्ट परिपथ में कम से कम संक्रमण-समय प्रतिरोध के कारण कोलाहल सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक को अधिक प्रभावित नहीं करता। इसका कारण यह है कि शाट-कोलाहल e_{p14} इतना प्रबल है। अंक १३·३ या १३·७ डेसीवल स्वयं अच्छी कार्यशीलता के विशेष बोधक[6] नहीं हैं।

तालिका ६–२. लाक्षणिक पेण्टोड ग्राहक नलिका के अलग-अलग कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक—

(सब कोलाहल स्रोतों को इनपुट परिपथ और प्रथम नलिका में मानकर तीन आवृत्तियों पर 6 CB 6 पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड आवर्धक के स्वीकृत तत्त्व। उच्चायी रहित ट्रान्सफार्मर के स्पष्ट[7] समस्वरित इनपुट)

1. Typical, 2. Step up, 3. Data, 4. Convenience, 5. Performance, 6. Indicative, 7. Broadly.

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195Mc पर
e_{p11}	समीकरण (६-२४)	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p12}	समीकरण (६-१४)	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$	$101{\cdot}5\sqrt{F}\,10^{-10}$	$94\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p13}	समीकरण (६-१७)	0	$60{\cdot}5\sqrt{F}\,10^{-10}$	$172\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p14}	समीकरण (६-२०)	$465\sqrt{F}\,10^{-10}$	$465\sqrt{F}\,10^{-10}$	$465\sqrt{F}\,10^{-10}$
NF_1	समीकरण (६-२२)	४·६ गुना या १३·२ डेसी०	४·६१ गुना या १३·३ डेसी०	४·८५ गुना या १३·७ डेसी०

कोलाहल गुणांक के सुधार में कुछ सहायता **पट्ट-पास फिल्टर**[1] की भाँति इनपुट परिपथ को प्रत्येक टेलीविज़न सरणी के लिए समस्वरित द्वारा और तुल्य कोलाहल प्रतिरोध वोल्टता पर विजय प्राप्त हेतु ग्रिड की संकेत वोल्टता को उच्च कर देने के द्वारा, मिल सकती है। प्रयोगात्मक ग्राहक में इनपुट धारिता करीब १० माइक्रो माइक्रो फेराड होगी, मानते हुए, जब स्विच[2] और स्ट्रे[3] धारिताओं की उचित कमी पूरी होती है और रेडियो आवृत्ति पट्ट विस्तार 6 Mc मानते हुए समीकरण (४–४६) से प्रभावकारी द्वैतीयिक[4] पार्श्ववाही प्रतिरोध निम्नलिखित से ज्यादा प्रयोग नहीं कर सकते। इसका

$$Rs = \frac{0{\cdot}046}{3 \times 10^{6} \times 10^{-11}} = 1{,}530 \text{ ओम} \qquad (६—३२)$$

आशय यह है कि जब तक R_θ, १,५३० ओम से ज्यादा है, सम्पूर्ण प्रभावशाली परवर्ती प्रतिरोध १,५३० ओम पर स्थापित हो जाता है, परन्तु यदि $R\theta$ १,५३० ओम से कम है Rs का मान R_θ के तुल्य गिर जाता है। प्रतिरोध R जो $R\theta$ के समानान्तर क्रम में है तो इसे Rs के साथ मिला आना चाहिए या १,५३० ओम के साथ जैसा उदाहरण में दिया है; इस तरह

$$R = \frac{Rs\, R_\theta}{R_\theta - Rs} \qquad (६–३३)$$

प्रथम उपर्युक्त चित्र ६–४ फिर प्रयोग में आ सकता है। सिर्फ R_1, Rs के तुल्य हो जाता है; अर्थात् R_1, अब परवर्ती से देखते हुए, प्राथमिक[5] परिपथ प्रतिरोध है

1. Band-Pass Filter 2. Switch, 3. Stray, 4. Secondary, 5. Primary.

और इसलिए बहुत उच्च आवृत्तियों पर Rs, R_θ पर निर्भर होने का कारण प्रवर्धक आवृत्ति के साथ बदलेगा।

Rs के लिये निम्नलिखित मान उपयुक्त होंगे।

अनुच्च आवृत्ति पर जहाँ R_θ अनन्त है

$$Rs = 1530 \text{ ओम} \quad (६—३४)$$

70 Mc पर जहाँ $R_\theta = 4400$ ओम

$$Rs = 1530 \text{ ओम} \quad (६—३५)$$

परन्तु 195 Mc पर जहाँ $R_\theta = 572$ ओम

$$Rs = 572 \text{ ओम} \quad (६—३६)$$

और प्रत्येक में

$$R_1 = Rs \quad (६—३७)$$

इस परिपथ पद्धति के लिए कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना के लिए आवश्यकीय अचल राशियाँ तालिका ६–३ में लिखित हैं; R समीकरण (६–३३) से निकाला जाता है।

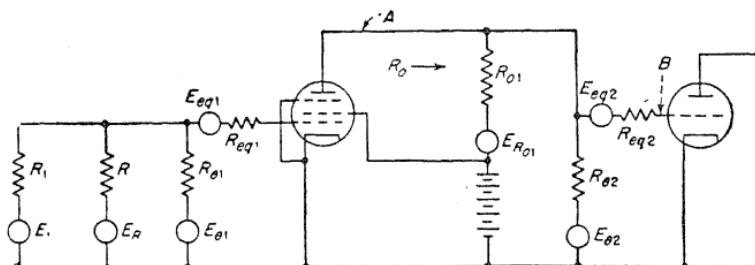
तालिका (६–३) के स्वीकृत तत्व कोलाहल वोल्टता e_{p11}, e_{p12}, e_{p13} और e_{p14} और कोलाहल गुणांक NF_1 की गणना के लिए प्रयोग में आते थे। इन गणनाओं के परिणाम सूची ६–४ में शीघ्र निर्देशन हेतु लिखित हैं। विशेष कर अनुच्च आवृत्तियों पर उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर का प्रयोग कोलाहल गुणांक को काफी सुधारने में उपयुक्त हुआ है ऐसा आभास होगा। १९५ Mc पर चूँकि R_θ इतना अनुच्च है कि इतना उच्चायी प्रयुक्त नहीं हो सकता, सुधार सीमान्तर[1] है। सुधार इस कारण है कि जब e_{p14}, R_{eq} के कारण कोलाहल, वहीं रहता है, e_{p11} का मान उच्चायी ट्रान्सफार्मर के प्रयोग के कारण बढ़ जाता है।

तालिका ६–३. लाक्षणिक पेण्टोड ग्राहक नलिका के कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना हेतु स्वीकृत तत्त्व—

(6CB6 पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित रेडियो आवृत्ति पेण्टोड के हेतु उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर के साथ स्वीकृत तत्त्व)

1. Marginal.

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R_1	समीकरण (६-३७)	१५३०	१५३०	५७२
R	समीकरण (६-३३)	१५३०	२३४०	अनन्त
Re	समी. (६-२६, ६-२७)	अनन्त	४४००	५७२
g_m	दिया हुआ है	६२००×१०⁻⁶	६२००×१०⁻⁶	६२००×१०⁻⁶
R_{eq}	समीकरण (६-२५)	१४६०	१४६०	१४६०
Ro	समीकरण (६-२३)	१५३०	१५३०	१५३०

सूची ६–४. लाक्षणिक पेण्टोड ग्राहक नलिका के पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक––

(सब कोलाहल स्रोतों को इनपुट परिपथ और प्रथम नलिका में मानकर तीन आवृत्तियों पर 6CB6 पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड आवर्धक के स्वीकृत तत्त्व। उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर प्रयुक्त हैं)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70 Mc पर	195 Mc पर
e_{p11}	समी० (६ — ११)	$238\sqrt{F}10^{-10}$	$238\sqrt{F}10^{-10}$	$146\sqrt{F}10^{1-0}$
e_{p12}	समी० (६ — १४)	$238\sqrt{F}10^{-10}$	$192\sqrt{F}10^{-10}$	0
e_{p13}	समी० (६ — १७)	0	$314\sqrt{F}10^{-10}$	$328\sqrt{F}10^{-10}$
e_{p14}	समी० (६ — ०)	$465\sqrt{F}10^{-10}$	$465\sqrt{F}10^{-10}$	$465\sqrt{F}10^{-10}$
NF_1	समी० (६ — २२)	२·४ गुना या ७·६ डेसीवल	२·६७ गुना या ८·५२ डेसीवल	४·०१ गुना या १२·१ डेसीवल

६–४. पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड प्रवर्धक

अब तक प्लेट भार प्रतिरोध और बाद की नलिकाओं द्वारा प्राप्त कोलाहल कोलाहल गुणांक की गणना करने में सम्मिलित नहीं किया गया है। प्रयोगात्मक ग्राहक में ये कोलाहल वोल्टताएँ उपस्थित होती हैं और सम्पूर्ण कोलाहल में जुड़ेंगी। सामान्यतः जितना प्रथम स्थिति पर आवर्धन कम होगा उतनी ही ज्यादा अशुद्धि आगामी[1] कोलाहल को त्यागने में होती है, क्योंकि सिर्फ पर्याप्त इच्छित कोलाहल वोल्टता की वृद्धि करने से ही कोलाहल वोल्टता पर विजय प्राप्त की जा सकती है।

1. Subsequent.

प्रथम रेडियो आवृत्ति आवर्धक नलिका के अति सन्निहित[1] अगली नलिका या तो रेडियो-आवृत्ति आवर्धनता की द्वितीय स्थिति या आवृत्ति परिवर्तक हो सकती है। विश्लेषण[2] के प्रयोजन हेतु द्वितीय नलिका का क्या उपयोग है, कोई अन्तर उत्पन्न नहीं होता। तो भी यह मान लिया जायगा कि यह पृथ्वी से सम्बन्धित ऋणाग्र रखती है और ग्राहक का आगामी बिन्दु जिस पर सब कोलाहल वोल्टताएँ इकट्ठी की जाती हैं, द्वितीय नलिका का ग्रिड सिरा होता है जो चित्र ६–५ में बिन्दु B से निर्देशित है। जब दोनों नलिकाओं के बीच सुचालक-युग्मन[2] दर्शित होता है, यह समझा गया है कि नलिकाओं के बीच लाभ प्राप्त करने हेतु अपचायी[3] के ट्रान्सफार्मर का उपयोग हो सकता है, जिससे द्वितीय नलिका की ग्रिड को प्राप्त वोल्टता अधिकतम हो। सिद्धान्त ज्यादा भिन्न नहीं है सिवाय इस सावधानी के जो बिन्दु A से बिन्दु B को वोल्टता स्थानान्तरित में कार्यान्वित की जाती है, जहाँ रूपान्तर-अनुपात[4] विचार में आना चाहिए।

चित्र ६–५. पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टता स्रोतों को दिखाते हुए दोनों नलिकाओं के मस्तक-सिरों[5] का आकार मात्रिक चित्र। बिन्दु B के बायीं ओर के कोलाहल स्रोतों के सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_2 की गणना हेतु सब कोलाहल वोल्टताएँ बिन्दु B पर इकट्ठी की जाती हैं।

चित्र ६–५ का निर्देशन करते हुए बिन्दु B पर सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक निम्न रूप में लिखा जा सकता है—

$$NF_2 = \sqrt{\frac{e_{p11}^2 + e_{p12}^2 + e_{p13}^2 + e_{p14}^2 + e_{g21}^2 + e_{g22}^2 + e_{g23}^2}{e_{p11}^2}} \quad (६–३७)$$

e_{p11}, e_{p12}, e_{p13} और e_{p14} वोल्टताएँ दो उदाहरणों हेतु परिच्छेद ६–३ में मालूम हो चुकी हैं। दो-नलिका मस्तक सिरे के लिए सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक गणना हेतु e_{g21}, e_{g22}, e_{g23} को मालूम करना शेष रहता है।

1. Immediately, 2. Conductive-Coupling, 3. Step down, 4. Transformation Ratio, 5. Head end.

माना e_{g21} कोलाहल वोल्टता स्रोत E_{RO_1} द्वारा ग्रिड नम्बर दो को दी हुई वोल्टता है। यह कोलाहल लक्षण में ऊष्मीय है, अत:

$$E_{RO_1}=1.28\sqrt{R_{01}\,F}\;\;10^{-10} \qquad (६-३८)$$

प्रथम नलिका के प्लेट प्रतिरोध को परिपथ भार Ro की तुलना में बहुत उच्च मानते हुए, यह वोल्टता प्रतिरोध R_{01} और $R_{\theta 2}$ द्वारा विभाजित होती है, जिससे द्वितीय नलिका की ग्रिड पर पहुँचने वाला भाग

$$e_{g21}=1{\cdot}28\sqrt{R_{01}F}\left[\frac{R\theta_2}{Ro_1+R\theta_2}\right]10^{-10} \qquad (६-३९)$$

है। इसी प्रकार $R_{\theta 2}$ से सम्बन्धित कोलाहल वोल्टता $E_{\theta 2}$ निम्न है

$$E_{\theta 2}=2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 2}F}\;\;10^{-10} \qquad (६-४०)$$

और प्रतिरोध विभाजन द्वारा द्वितीय नलिका की ग्रिड तक पहुँचता है जो

$$e_{g22}=2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 2}F}\left[\frac{Ro_1}{Ro_1+R_{\theta 2}}\right]10^{-10} \qquad (६-४१)$$

है।

द्वितीय नलिका के तुल्य कोलाहल प्रतिरोध R_{eq2} के कारण कोलाहल वोल्टता E_{eq2} द्वितीय नलिका की ग्रिड को पूर्ण रूप से दे दी जाती है, तदनुसार

$$e_{g23}=1{\cdot}28\sqrt{R_{eq}\,F}\;\;10^{-10} \qquad (६-४२)$$

इन वोल्टताओं की गणना हेतु Ro_1, R_{eq2} और $R_{\theta 2}$ के मान जानना ज़रूरी है। अन्तिम दो नलिका स्वीकृत तत्त्वों से प्राप्त होते हैं। Ro प्रथम नलिका पर कार्यसाधक भार परिपथ धारिता और पट्ट विस्तार से मालूम किया जाता है, इसलिए चूंकि Ro, $R_{\theta 2}$ और Ro_1 के समानान्तर श्रेणी में जुड़ने से बनता है।

$$Ro_1=\frac{R_{\theta 2}\,Ro}{R_{\theta 2}-Ro} \qquad (६-४३)$$

दो नलिका पद्धति के कोलाहल गुणांक NF_2 को प्राप्त करने की विधि को स्पष्ट करने हेतु, माना द्वि-ट्राओड नलिका 12 AT 7 के दो ट्राओड में से एक को द्वितीय नलिका के स्थान पर ट्राओड परिवर्तक उपयुक्त है। परिवर्तक की तरह, ऐसा ट्राओड निम्न लक्षण रखता है।

$$R_{eq}=2,500 \text{ ओम} \quad (६-४४)$$

70Mc पर $R_{\theta 2}=16,000$ ओम (६—४५)

195Mc पर $R_{\theta 2}=2,000$ ओम (६—४६)

परिच्छेद (६–३) के उदाहरण में प्रयुक्त Ro का मान १५३० ओम प्रयोग में लाते हुए समीकरण (६–४३) में Ro_1 के लिए हल करते हुए

अनुच्च आवृत्ति पर $Ro_1=Ro=1530$ (६—४७)

70Mc पर $Ro_1=\frac{1600\times1530}{16000-1530}=1,690$ ओम (६—४८)

195Mc पर $Ro_1=\frac{2000\times1530}{2,000-1530}=6,500$ ओम (६—४९)

तालिका ६–५ में e_{g21}, e_{g22} और e_{g23} की **गणना के लिए** आवश्यकीय स्वीकृत तत्त्व दिये हैं।

तालिका ६–५ ट्राओड परिवर्तक को कोलाहल वोल्टता की गणना के लिए आवश्यकीय तत्त्व—

(दो-नलिका मस्तक सिरा में द्वितीय नलिका ट्राओड परिवर्तक 12AT7 की इनपुट परिपथ से सम्बन्धित कोलाहल वोल्टता की गणना के लिए स्वीकृत तत्त्व)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५Mc पर
Ro	समीकरण (६-२८)	१,५३०	१,५३०	१,५३०
$R_{\theta 2}$	समी. (६-४५, ६-४६)	अनन्त	१६,०००	२,०००
Ro_1	समीकरण (६-४३)	१,५३०	१,६९०	६,५००
R_{eq}	समीकरण (६-४४)	२,५००	२,५००	२,५००

तालिका ६–५ के स्वीकृत तत्त्व कोलाहल वोल्टता e_{g21}, e_{g22} और e_{g23} की गणना करने के लिए उपयुक्त होते हैं। जिनसे परिवर्तक परिपथ की कोलाहल वोल्टता निम्न समीकरण से मिलती है

$$e_{g2}=\sqrt{e_{g21}^2+e_{g22}^2+e_{g23}^2} \quad (६-५०)$$

इन गणनाओं के परिमाण सूची ६–६ में दिये हैं।

तालिका ६–६. अलग-अलग कोलाहल वोल्टताएँ और सम्पूर्ण कोलाहल वोल्टता e_{g2}, 12 AT 7 ट्राओड परिवर्तक की द्वितीय नलिका की ग्रिड पर—

(यह वोल्टता द्वितीय नलिका की इनपुट परिपथ स्रोतों के कारण है)

राशि	स्रोत	निम्न आवृत्ति पर	70Mc पर	195Mc पर
e_{g21}	समीकरण (६-३९)	$50\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$47{\cdot}5\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$24{\cdot}3\sqrt{F}\ 10^{-10}$
e_{g22}	समीकरण (६-४१)	0	$34{\cdot}8\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$83\sqrt{F}\ 10^{-10}$
e_{g23}	समीकरण (६-४२)	$64\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$64\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$64\sqrt{F}\ 10^{-10}$
e_{g2}	समीकरण (६-५०)	$81\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$87\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$107{\cdot}5\sqrt{F}\ 10^{-10}$

वोल्टता e_{g2}, सूची ६–६ में लिखित, का वर्ग किया जा सकता है और सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_2 प्राप्त करने हेतु समीकरण (६–२२) के अंश में जो वर्गमूल चिह्न के अन्दर है, जोड़ा जा सकता है। अतः

$$NF_2=\sqrt{\frac{e_{p11}^2+e_{p12}^2+e_{p13}^2+e_{p14}^2+e_{g2}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६—५१)$$

यह शीघ्र गणना हेतु अधिक अनुकूल शक्ल में निम्न बीजगणितीय रूपान्तर द्वारा लिखा जा सकता है —

$$NF_2=\sqrt{\frac{e_{p11}^2+e_{p12}^2+e_{p13}^2+e_{p14}^2}{e_{p11}^2}+\frac{e_{g2}^2}{e_{p11}^2}}$$

$$=\sqrt{\overline{NF_1}^2+\frac{e_{g2}^2}{e_{p11}^2}}$$

$$=\overline{NF_1}\sqrt{1+\frac{e_{g2}^2}{\overline{NF_1}^2\, e_{p11}^2}} \qquad (६—५२)$$

अब सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_2 12 AT 7 ट्राओड परिवर्तक के अनुयायी पृथ्वी ऋणाग्र सम्बन्धित 6 CB 6 पेण्टोड के हेतु उस स्थिति के लिए जहाँ उच्चायी ट्रान्सफार्मर उपयुक्त नहीं होता, गणना होगी। तालिका (६–२) और (६–६) से अनुच्च आवृत्ति पर

$$NF_2=4{\cdot}6\sqrt{1+\frac{81^2}{4{\cdot}6^2\times106^2}}=4{\cdot}6\sqrt{1+0{\cdot}0275}$$

$$=4{\cdot}6\times1{\cdot}013$$

$$=4{\cdot}66 \text{ गुना अन्तिम या } 13{\cdot}36\text{db} \qquad (६—५३)$$

इसी प्रकार की गणना NF_2 के लिए 70 Mc और 195 Mc पर की जाती है; परिणाम तालिका ६–७ में दर्शित हैं।

तालिका ६–७. पेण्टोड और ट्राओड परिवर्तक हेतु सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_2—

(दो नलिका मस्तिष्क सिरा के लिए जिसमें 12 AT 7 ट्राओड परिवर्तक के अनुयायी पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित 6 CB 6 पेण्टोड (बगैर उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर) होता है, स्वीकृत तत्त्व है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70 Mc पर	195 Mc पर
NF_1	सूची (६-२)	4·6	4·61	4·85
e_{g2}	सूची (६-६)	$81\sqrt{F}\,10^{-10}$	$87\sqrt{F}\,10^{-10}$	$107{\cdot}5\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p11}	सूची (६-२)	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$
NF_2	समीकरण (६-५२)	४·६ गुना अंतिम या 13·36 db	४·६८ गुना अंतिम या 13·40 db	४·९५ गुना अंतिम या 13·9 db

NF_2 के प्राप्त मान सूची ६–७ में लिखित व सूची ६–२ में लिखित NF_1 के प्राप्त मान की तुलना से यह देखा जायगा कि द्वितीय नलिका उपेक्षणीय कोलाहल मात्रा सम्मिलित करती है, यह बढ़ोतरी उच्चतम आवृत्ति १९५ Mc पर भी सिर्फ़ २·२% होती है। इस परिणाम का कारण यह है कि यह विशिष्ट इनपुट परिपथ इतना अधिक कोलाहल आउटपुट उत्पन्न करती है कि प्रथम नलिका से उत्पन्न कोलाहल द्वितीय नलिका के कोलाहल को छिपा लेता है।

आगामी दृष्टान्त दो-नलिका मस्तिष्क सिरा के लिए सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक की गणना करनी होगी, जिसमें प्रथम नलिका में एण्टिना प्रेषित लाइन से ग्रिड तक उच्चायी ट्रान्सफार्मर प्रयुक्त होता है। प्रथम नलिका पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित 6C B6 पेण्टोड होती है और द्वितीय नलिका 12 AT7 ट्राओड परिवर्तक। तालिका ६–४ और ६–६ से समीकरण (६–५२) को प्रयोग में लाकर उदाहरणार्थ 195Mc पर

$$NF_2 = 4{\cdot}01\sqrt{1+\left(\frac{107{\cdot}5}{4{\cdot}01\times146}\right)^2} = 4.08 \text{ गुना अन्तिम}$$

या

$$12{\cdot}22 \text{ db} \qquad (६–५४)$$

इसी प्रकार की गणनाएँ अनुच्च और 70Mc आवृत्तियों पर की गयी हैं; सब परिणाम तालिका ६–८ में उद्यत निर्देशन हेतु दिये हैं।

तालिका ६–८. पेण्टोड व ट्राओड परिवर्तक हेतु सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक––

(12AT7 ट्राओड परिवर्तक के अनुयायी एण्टिना उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर के साथ पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित 6CB6 पेण्टोड रखने वाले दो-नलिका मस्तिष्क सिरों हेतु स्वीकृत तत्त्व)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195 Mc पर
NF_1	तालिका ६ – ४	2·4 गुना अन्तिम[1]	2·67 गुना अन्तिम	4.01 गुना अन्तिम
e_{g2}	तालिका ६ – ६	$8^1 \sqrt{F}\, 10^{-10}$	$87 \sqrt{F}\, 10^{-10}$	$107.5 \sqrt{F}\, 10^{-6}$
e_{p11}	तालिका ६ – ४	$238 \sqrt{F}\, 10^{-10}$	$238 \sqrt{F}\, 10^{-10}$	$146 \sqrt{F} 10^{-6}$
NF_2	समी० (६ – ५२)	4·42 गुना अन्तिम या 7·68db	2·70 गुना अन्तिम या 8·6db	4·08 गुना अन्तिम या 12·22 db

यह विशिष्ट परिपथ-पद्धति द्वितीय नलिका द्वारा सम्मिलित कोलाहल का कम प्रभाव दिखाती है। क्योंकि उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर के प्रयोग से प्रथम नलिका का कोलाहल फिर भी ज्यादा रहता है। सबसे खराब स्थिति में यानी १९५ Mc पर सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक ०·१२ db या १·५% बढ़ता है।

६–५. पृथ्वी ग्रिड सम्बन्धित प्रवर्धक

विस्तृत समस्वरित ट्रान्सफार्मर-युग्म[2] परिपथ चित्र ६–६ से दर्शित पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित प्रवर्धक हेतु मान ली जायगी। बिन्दुओं द्वारा दर्शित भार प्रतिरोध वास्तव में पृथ्वी-ग्रिड-प्रवर्धक का निम्न इनपुट प्रतिरोध है, जो प्रेषक की स्थिति में पूर्व हल हो चुका है। समीकरण (४–१००) से इसका मान

$$R = \frac{r_p + R_\circ}{\mu + 1} \qquad (६ – ५५)$$

है जहां r_p = नलिका प्लेट प्रतिरोध

Ro = बाहरी प्लेट भार प्रतिरोध

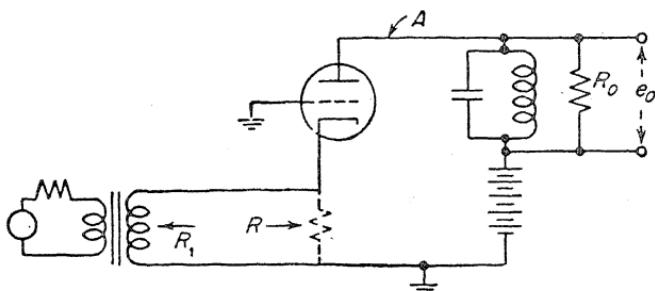
μ = नलिका आवर्धक गुणांक

1. Ultimate, 2. Transformer coupled.

बाहरी प्रतिरोध Ro आभासी[1] नलिका प्लेट प्रतिरोध r'_p के साथ बाहरी परिपथ को इच्छित पट्ट-विस्तार देने के लिए अवमन्दन[2] करता है। पेण्टोड की स्थिति में r_p और r_p' उच्च होते हैं और ट्राओड की स्थिति में उपेक्षणीय होते हैं। यद्यपि r_p अवमन्दन के परिमाण के तुल्य होता है, इसलिए यह गणना में लेना चाहिए। r_p' का मान समीकरण (३–११६) के हर से प्राप्त होता है और

$$r_p' = r_p + Z_k\,(\mu+1) \qquad (६-५६)$$

है जहाँ Z_k बाहरी प्रतिरोध, ऋणाग्र व पृथ्वी के बीच प्रदर्शित है, चित्र ६–७ और यह

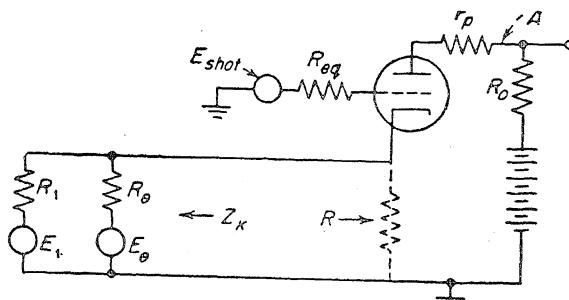
$$Z_k = \frac{R_\theta R_1}{R_\theta + R_1} \qquad (६-५७)$$

है।

यदि सम्पूर्ण प्रभावकारी अवमन्दन प्रतिरोध प्लेट-समस्वरित परिपथ के आर-पार R_d हो, तो चूँकि r_p' बाहरी प्रतिरोध Ro के समानान्तर है

$$R_d = \frac{r_p' Ro}{r_p' + Ro} \qquad (६-५८)$$

समीकरण (६–५८) को Ro के लिए हल करने से

$$Ro = \frac{r_p' R_d}{r_p' + R_d} \qquad (६-५९)$$

चित्र ६–६. पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड आवर्धक का आकार मात्र चित्र। इनपुट ट्रान्सफार्मर विस्तृत स्वरित है और ऋणाग्र इनपुट प्रतिरोध R के जनित्र प्रतिरोध के तुल्य होने का काम करता है। बिन्दु A पर इस आवर्धक के कोलाहल गुणांक की गणना के लिए कोलाहल वोल्टताएँ इकट्ठी करते हैं। कोलाहल स्रोतों को बिन्दु A की बायीं ओर मानेंगे।

1. Apparent, 2. Damp.

समीकरण (६–५७) को समीकरण (६–५६) में रखने से

$$r_p' = r_p + \frac{R_\theta R_1(\mu+1)}{R_\theta + R_1} \qquad (६—६०)$$

समीकरण (६–६०) को समीकरण (६–५९) में रखने से

$$Ro = \frac{R_d\left[r_p + \frac{R_\theta R_1(\mu+1)}{R_\theta + R_1}\right]}{r_p + \frac{R_\theta R_1(\mu+1)}{R_\theta + R_1} - R_d} \qquad (६—६१)$$

चित्र ६–७. बिन्दु A पर एकत्र होने वाले प्रत्येक कोलाहल स्रोतों को दिखाते हुए पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड आवर्धक का चित्र। इलेक्ट्रानिक प्रतिरोध R और r_p जहाँ r_p नलिका का आन्तरिक प्लेट प्रतिरोध है।

अब यदि इनपुट परिपथ अनुरूप[1] है, तो यह देखा गया है कि R_1 प्रतिरोध R के समानान्तर R_θ के तुल्य है। या

$$R_1 = \frac{R_\theta \cdot R}{R_\theta + R} \qquad (६ — ६२)$$

कोलाहल गुणांक हेतु व्यापक[2] समीकरण लिखने में, परिणामों को कुछ ज्ञात राशियों में व्यक्त करना इच्छित है। ये राशियाँ r_p, r_d, R_θ और μ हैं। अतः R_1 एक कोलाहल स्रोत, को समीकरण (६–६२) की भाँति व्यक्त नहीं कर सकते, क्योंकि इसमें R है जो ज्ञात राशियों में नहीं है। यदि समीकरण (६–५५) समीकरण (६–६२) में रखा जाय तो R को लुप्त कर सकते हैं। इस तरह

1. Matched, 2. Generalised.

$$R_1 = \frac{R_\theta \left(\frac{r_p + R_0}{\mu + 1}\right)}{R_\theta + \frac{r_p + R_0}{\mu + 1}} \qquad (६—६३)$$

अब समीकरण (६–६१) को समीकरण (६–६३) में R_0 को हटाने हेतु रख सकते हैं और प्राप्त समीकरण ज्ञात राशियों में R_1 को प्राप्त करने के लिए हल किया जा सकता है। इतनी गणना करने पर R_1 में वर्गात्मक समीकरण प्राप्त होगा।

$$R_1^2 - R_1 \left[\frac{2R_\theta^2 R_d (\mu+1)}{R_\theta^2(\mu+1)^2 + r_p^2}\right] - \frac{R_\theta^2 r_p^2}{R_\theta^2(\mu+1)^2 + r^2_p} = 0 \qquad (६—६४)$$

इस वर्गात्मक समीकरण का धनात्मक मूल निम्न है—

$$R_1 = \frac{R_\theta^2 R_d(\mu+1) + R_\theta \sqrt{R_\theta^2(\mu+1)^2(R_d^2 + r_p^2) + r_p^4}}{R_\theta^2(\mu+1)^2 + r_p^2} \qquad (६—६५)$$

R_1 में कोलाहल वोल्टता

$$E_1 = 1{\cdot}28\sqrt{R_1 F}\ 10^{-10} \qquad (६—६६)$$

चूँकि तुल्यता मान ली गयी है, इस वोल्टता का अर्धांश पृथ्वी और ऋणाग्र के बीच प्रकट होता है।

$$e_{k11} = 0{\cdot}64\sqrt{R_1 F}\ 10^{-10} \qquad (६—६७)$$

समीकरण (४–९४) से यह वोल्टता नलिका द्वारा आवर्धित होती है और आउट-पुट पेचों के बीच निम्न रूप में प्रकट होता है—

$$e_{p11} = 0{\cdot}64\sqrt{R_1 F}\left[\frac{R_0(\mu+1)}{r_p + R_0}\right] 10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—६८)$$

तुल्य कोलाहल प्रतिरोध Req के कारण साट वोल्टता[1] निम्न है—

$$E_{shot} = 1{\cdot}28\sqrt{R_{eq} F}\ 10^{-10} \quad \text{वोल्ट} \qquad (६—६९)$$

$$\text{जहाँ } R_{eq} = 2{\cdot}5/g_m \qquad (६—७०)$$

यह वोल्टता अन-वाई-पास्ड[2] बाहरी ऋणाग्र प्रतिरोध Zk के कारण कम हो जाती है। ऋणाग्र प्रतिरोध के आरपार नष्ट हुआ भाग समीकरण (३–११६) से निम्न है—

$$e_k = \frac{E_{shot}\ \mu Z_k}{r_p + R_0 + Z_k(\mu+1)} \qquad (६—७१)$$

1. Shot Voltage, 2. Un-by-passed.

प्लेट आउटपुट को उत्पन्न करनेवाला नेट[1] उत्तेजक वोल्टता E shot और e_k का अन्तर है।

या

$$e_{g12} = \text{Eshot}\left[1 - \frac{\mu z_k}{r_p + R_0 + z_k(\mu+1)}\right]$$

$$= \text{Eshot}\left[\frac{r_p + R_0 + Z_k}{r_p + R_0 + Z_k(\mu+1)}\right] \qquad (६—७२)$$

ग्रिड-ऋणाग्र वोल्टता के इस भाग द्वारा प्राप्त आउटपुट वोल्टता ट्राओड के लौकिक-स्थिति लाभ[2] समीकरण द्वारा दी जाती है। यह निम्न है —

$$e_{p12} = \frac{e_{g12}\ \mu\ R_o}{r_p + R_0 + Z_k} \qquad (६—७३)$$

समीकरण (६–७२) को समीकरण (६–७३) और समीकरण (६–६९) में E shot के लिए रखने से यह भाग —

$$e_{p12} = 1{\cdot}28\sqrt{\text{Req F}}\left[\frac{\mu R_0}{r_p + R_0 + Z_k(\mu+1)}\right]10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—७४)$$

अन्तिम कोलाहल का भाग संक्रमण-समय प्रतिरोध R_θ के कारण है। कोलाहल वोल्टता R_θ की श्रेणी में निम्न है —

$$E_\theta = 2{\cdot}87\sqrt{R_\theta\ F}\ \ 10^{-10} \qquad (६—७५)$$

यह जाल-चक्र के प्रतिरोधों द्वारा भाग देने से निम्न हो जाता है और ऋणाग्र और पृथ्वी के बीच प्रकट होता है।

$$e_{k13} = E_\theta\left(\frac{\dfrac{RR_1}{R+R_1}}{R_\theta + \dfrac{RR_1}{R+R_1}}\right) = E_\theta\left(\frac{1}{1 + \dfrac{R_\theta(R+R_1)}{RR_1}}\right) \qquad (६—७६)$$

यह वोल्टता पृथ्वी-ग्रिड ट्राओड की समीकरण (४–९४) की भाँति नलिका द्वारा आवर्धित होती है। इसलिए संक्रमण-समय प्रतिरोध द्वारा उत्पन्न आउटपुट वोल्टता निम्न है —

$$e_{p13} = 2{\cdot}87\sqrt{R_\theta\ F}\left(\frac{1}{1 + \dfrac{R_\theta(R+R_1)}{RR_1}}\right)\left[\frac{R_0(\mu+1)}{r_p + R_0}\right]10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—७७)$$

1. Net, 2. Conventional Stage gain.

अतः कोलाहल गुणांक

$$NF_1 = \sqrt{\frac{e_{p11}^2 + e_{p12}^2 + e_{p13}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६—७८)$$

पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित क्रिया हेतु विशेषतः 6AB4 ट्राओड नलिका बनी है। यह पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित प्रवर्धक में निम्न लक्षण रखता है —

चिह्न	राशि	मान
E_b	प्लेट वोल्टता	२५० वोल्ट
I_b	प्लेट धारा	०.०१ आम्पीयर
E_c	ग्रिड वाइस[1]	– २.० वोल्ट
g_m	पारस्परिक चालकता[2]	५,५०० माइक्रो म्हो
r_p	प्लेट प्रतिरोध	१०,९०० ओम
μ	आवर्धक गुणांक	६०
C_{pk}	प्लेट-ऋणाग्र धारिता	०.२४ माइक्रो-माइक्रो फेराड
C_{in}	इनपुट धारिता	५.० माइक्रो-माइक्रो फेराड
C_{out}	आउटपुट धारिता	१.७ माइक्रो-माइक्रो फेराड

जैसा कि नलिका 6CB6 में है, आउटपुट अवमन्दन Rd 6Mc पट्ट विस्तार प्राप्त करने के लिए १० माइक्रो-माइक्रो फेराड पार्श्ववाही धारिता के साथ प्रयुक्त माना जायेगा, जिससे पद्धति का पट्ट-विस्तार पर्याप्त हो। समीकरण (६–२३) से यह निम्न होता है —

$$R_d = 1,530 \text{ ओम} \qquad (६—७९)$$

6AB4 के लिए तुल्य कोलाहल प्रतिरोध, जैसा कि समीकरण (६–५६) में दिया है

$$Req = \frac{2{\cdot}5}{g_m} = \frac{2{\cdot}5}{5,500 \times 10^{-6}} = 455 \text{ ओम} \qquad (६—८०)$$

है।

संक्रमण-समय प्रतिरोध नाप लिया गया है और करीब-करीब निम्न है —

$$R_\theta = 12,800 \text{ ओम } 70\text{Mc पर} \qquad (६—८१)$$

$$R_\theta = 1,600 \text{ ओम } 195\text{Mc पर} \qquad (६—८२)$$

1. Grid bias, 2. Mutual Conductance.

समीकरण (६–६५), (६–५७), (६–५६), (६–५९), (६–५५) और (६–८०) से प्राप्त मान तालिका (६–९) में उसी अनुसार दर्शित हैं। यह तालिका बहुत सी कोलाहल वोल्टताओं की गणना के लिए सीधे उपयोग होगी परन्तु इनपुट ट्रान्सफार्मर के बनाने में बहुत ही उपयुक्त है।

तालिका ६–९. 6AB4 पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड की अलग-अलग कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना हेतु स्वीकृत तत्त्व—

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R_1	समीकरण (६-६५)	२०६	२०६	२०५
Z_k	समीकरण (६-५७)	२०६	२०२	१८२
r_p'	समीकरण (६-५६)	२३,४५०	२३,२००	२२,०००
R_0	समीकरण (६-५९)	१,६३५	१,६३५	१,६४२
R	समीकरण (६-५५)	२०६	२०६	२०६
R_{eq}	समीकरण (६-८०)	४५५	४५५	४५५
R_d	समीकरण (६-७९)	१,५३०	१,५३०	१,५३०
r_p	दिया हुआ	१०,९००	१०,९००	१०,९००
μ	दिया हुआ	६०	६०	६०
R_θ	दिया हुआ	अनन्त	१२,८००	१,६००

दृष्टान्त हेतु ३०० ओम एण्टिना लाइन 195Mc पर २०५ ओम की भाँति दिखाई देने के लिए अपचायी होनी चाहिए, तब अवबाधा अनुपात चक्र अनुपात[1] मालूम करने के लिए प्रयुक्त हो सकती है। इसी तरह 195Mc पर बाहरी भार १६४२ ओम होना चाहिए, आउटपुट ट्रान्सफार्मर या भार परिपथ उसी अनुसार बनाया जा सकता है। अब चूँकि R_0 मालूम है आवर्धक लाभ की समीकरण (४–९४) से गणना हो सकती है।

$$\text{वोल्टता लाभ} = \frac{(\mu+1)R_0}{r_p+R_0} = \frac{61\times 1,635}{10,900+1635} = 7{\cdot}95 \qquad (६–८३)$$

समीकरण (६–७८) में निर्दिष्ट पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टताओं के कोलाहल गुणांक तीन आवृत्तियों पर कोलाहल गुणांक मालूम करने के लिए गणना होगी। परिणाम तालिका (६–१०) में लिखे जायेंगे और कोलाहल गुणांक समीकरण (६–७८) की अन्तिम पंक्ति में लिखित हैं।

1. Turns Ratio.

उदाहरणार्थ, ७० Mc पर, समीकरण (६–६८) से

$$e_{p11}=0\cdot64\sqrt{206\,F}\left[\frac{1,635\times61}{10,900+1,685}\right]10^{-10}=73\sqrt{F}10^{-10} \quad (६–८४)$$

और समीकरण (६–७४) से, ७० Mc पर

$$e_{p12}=1\cdot28\sqrt{455\,F}\left[\frac{60\times1,635}{10,900+1,635+202\times61}\right]10^{-10}=106\sqrt{F}10^{-10} \quad (६–८५)$$

जब कि समीकरण (६–७७) से

$$e_{p13}=2\cdot87\sqrt{12,800\,F}\left[\frac{1}{1+\frac{12,800(206+206)}{206\times206}}\right]\times\left[\frac{1,635+61}{10,900+1,635}\right]10^{-10}$$

$$=20\cdot6\sqrt{F}\,10^{-10} \quad (६–८६)$$

इस प्रकार कोलाहल गुणांक ७० Mc पर निम्न हो जाता है।

$$NF_1=\sqrt{\frac{73^2+106^2+20\cdot6^2}{73^2}}=1\cdot78 \text{ गुना अन्तिम या } 5\cdot0 \text{ db} \quad (६–८७)$$

इसी प्रकार कोलाहल अंक[1] की अनुच्च आवृत्ति और १९५ Mc पर गणना हुई है जैसा तालिका (६–१०) में दिया है।

अतः पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्रायोड के लिए कोलाहल गुणांक इनपुट ट्रान्सफार्मर से युक्त पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड के सापेक्ष काफी अच्छे प्रतीत होते हैं, जहाँ तुलनात्मक दृष्टि में ७०Mc और १९५Mc पर कोलाहल गुणांक ८·५२ db और १२·१ db क्रमशः थे।

1. Noise Figure.

तालिका ६–१०. 6AB4 पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड हेतु तीन आवृत्तियों के लिए पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टताएँ और कोलाहल गुणांक—

(आगामी नलिकाओं द्वारा कोलाहल सम्मिलित नहीं है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70 Mc पर	195 Mc पर
e_{p11}	समीकरण (६-६८)	$73\sqrt{F}10^{-10}$	$73\sqrt{F}10^{-10}$	$73\sqrt{F}10^{-10}$
e_{p12}	समीकरण (६-७४)	$106\sqrt{F}10^{-10}$	$106\sqrt{F}10^{-10}$	$114\sqrt{F}10^{-10}$
e_{p13}	समीकरण (६-७७)	0	$20{\cdot}6\sqrt{F}10^{-10}$	$55\sqrt{F}10^{-10}$
NF_1	समीकरण (६-७८)	1·76 गुना अन्तिम या 4·9 db	1·78 गुना अन्तिम या 5·0 db	2·0 गुना अन्तिम या 6.0 db

६–६. पृथ्वी ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड प्रवर्धक द्वितीय नलिका सहित

जैसा कि पेण्टोड की स्थिति में है, आगामी नलिका के प्लेट प्रतिरोध, तुल्य कोलाहल प्रतिरोध और संक्रमण-समय प्रतिरोध द्वारा उत्पन्न कोलाहल वोल्टताओं को समीकरण (६–७८) के हर के वर्गमूल चिह्न के अन्दर जोड़कर प्रथम दो नलिकाओं का सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक प्राप्त कर सकते हैं। दर्शित चित्र (६–८) विश्लेषण हेतु उपयुक्त होगा।

बिन्दु A की बायीं ओर के स्रोतों द्वारा उत्पन्न वोल्टताएँ मालूम हो चुकी हैं। अस्तु, चित्र (६–८) के परिपथ में बिन्दु B पर कोलाहल गुणांक NF_2 समीकरण (६–७८) का विस्तार कर लिख सकते हैं, या

$$NF_2=\sqrt{\frac{e_{p11}^2+e_{o12}^2+e_{p13}^2+e_{g21}^2+e_{g22}^2+e_{g23}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६—८८)$$

जहाँ

e_{p11}, R_1 के कारण समीकरण (६–७८)
e_{p12}, R_{eq1} के कारण समीकरण (६–७४)
e_{p13}, $R_{\theta 1}$ के कारण समीकरण (६–७७)
e_{g21}, R_{eq2} के कारण निकालने के लिए है
e_{g22}, $R_{\theta 2}$ के कारण निकालने के लिए है
e_{g23}, R_{01} के कारण निकालने के लिए है

R_{eq2} के कारण कोलाहल वोल्टता द्वितीय नलिका की ग्रिड को सीधा स्थानान्तरित कर देती हैं और अतः वह

$$e_{g21} = 1{\cdot}28\sqrt{R_{eq2}\,F}\;10^{-10} \text{ वोल्ट है} \qquad (६—८९)$$

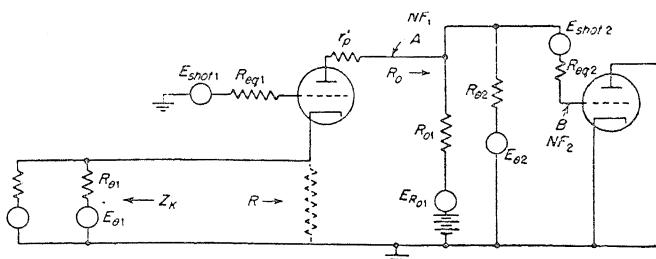
$R_{\theta 2}$ के कारण कोलाहल वोल्टता चाल चक्र के वोल्टता विभाजन के कारण द्वितीय नलिका की ग्रिड पर सिर्फ थोड़ा सा उपस्थित होता है। $R_{\theta 1}$ के श्रेणी में वोल्टता

$$E_{\theta 2} = 2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 2}\,F}\;10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (६—९०)$$

यह वोल्टता RO_1 और r_p' के समानान्तर श्रेणी से बने पार्श्ववाही प्रतिरोध के श्रेणी-क्रम में $R_{\theta 2}$ प्रतिरोध में होकर द्वितीय ग्रिड को दिया जाता है। अतः ग्रिड को दी हुई वोल्टता

$$e_{g22} = E_{\theta 2}\left[\frac{\dfrac{R_{01}\,r_p'}{r_p'+R_{01}}}{R_{\theta 2}+\dfrac{R_{01}\,r_p'}{r_p'+R_{01}}}\right] = 2{,}87\sqrt{R_{\theta 2}\,F}$$

$$\left[\frac{1}{\dfrac{R_{\theta 2}(r_p'+R_{01})}{R_{01}\,r_p'}+1}\right]10^{-10} \qquad (६—९१)$$

है जहाँ r_p' समीकरण (६–५६) द्वारा परिभाषित है।

यदि सम्पूर्ण भार प्रतिरोध R_0 को समीकरण (६–५९) में परिभाषित की तरह स्थिर रखना है तो R_{01}, $R_{\theta 2}$ के साथ बदलेगा। R_{01} का मान ऐसा होना चाहिए कि यह $R_{\theta 2}$ के समानान्तर में इच्छित R_0 के तुल्य हो या

$$R_{01} = \frac{R_0\,R_{\theta 2}}{R\theta_2 - R_0} \qquad (६—९२)$$

जाल चक्र के वोल्टता-विभाजन के कारण R_{01} के कारण उत्पन्न कोलाहल वोल्टता द्वितीय नलिका की ग्रिड पर सिर्फ आंशिक रूप में ही उपस्थित है। R_{01} के श्रेणी क्रम में कोलाहल वोल्टता

$$ER_0 = 1{\cdot}28\sqrt{R_{01}\,F}\;10^{-10} \qquad (६—९३)$$

है।

चित्र ६–८. कोलाहल वोल्टता स्रोतों को दिखाने वाला द्वितीय नलिका के साथ पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड का आकार मात्र चित्र। सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक की गणना हेतु बिन्दु B पर सब वोल्टताएँ एकत्रित हैं।

यह वोल्टता समानान्तर श्रेणी में लगे $R_{\theta 2}$ और r'_p द्वारा बने पार्श्ववाही प्रतिरोध के श्रेणी क्रम में प्रतिरोध R_{01} द्वारा द्वितीय नलिका को दी जाती है। इस तरह ग्रिड को प्राप्त वोल्टता

$$e_{g23} = 1{\cdot}28\sqrt{R_{01}F}\left[\frac{1}{\dfrac{R_{01}(r_p' + R_{\theta 2}) + 1}{R_{\theta 2}\, r_p'} + 1}\right] 10^{-10} \qquad (६\text{—}९४)$$

पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड और ट्राओड परिवर्तक के संयोग[1] की कार्य-विधि, पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड और ट्राओड परिवर्तक के संयोग से तुलना करने में वही परिवर्तक लाक्षणिक उपयुक्त होंगे जैसा कि पेण्टोड दृष्टान्त में, अर्थात् 12AT7 अकेले ट्राओड के। R_{01} की समीकरण (६–९२) में दिये हुए की तरह गणना हो जायगी। स्वीकृत तत्त्व उपयुक्त निर्देशन हेतु तालिका (६–११) में लिखित हैं।

तालिका ६–११. द्वितीय नलिका और उसके इनपुट परिपथ में उत्पन्न e_{q21}, e_{q22} और e_{q23} कोलाहल वोल्टताओं की गणना हेतु आवश्यकीय स्वीकृत तत्त्व—

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R_{eq2}	समीकरण (६-४४)	२,५००	२,५००	२,५००
$R_{\theta 2}$	समीकरण (६-४५, ६-४६)	अनन्त	१६,०००	२,०००
R_{01}	समीकरण (६-९२)	१,६३५	१,८२०	९,१८०
r_p'	समीकरण (६-५६)	२३,४५०	२३,२००	२२,०००
R_0	समीकरण (६-५९)	१,६३५	१,६३५	१,६४२

1. Combination.

इस तालिका के स्वीकृत तत्त्वों के प्रयोग से e_{g21}, e_{g22} और e_{g23} समीकरण (६–८९), (६–९१) और (६–९४) से क्रमशः प्रश्न की तीन आवृत्तियों पर गणना हो चुकी है। इन वोल्टताओं से सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक समीकरण (६–८८) से मालूम हो चुका है। परिणाम इच्छायुक्त निर्देशन हेतु तालिका (६–१२) में लिखित है।

तालिका ६–१२. कोलाहल वोल्टता और सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक स्वीकृत तत्त्व–

(अकेले ट्राओड 12AT7 परिवर्तक द्वारा अनुयायी पृथ्वी-ग्रिड सम्वन्धित रेडियो आवृत्ति के संयोग के लिए दी हुई सूचना)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195Mc पर
e_{g21}	समीकरण (६-८९)	$64\sqrt{F}\,10^{-10}$	$64\sqrt{F}\,10^{-10}$	$64\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{g22}	समीकरण (६-९१)	0	$34{\cdot}7\sqrt{F}\,10^{-10}$	$94\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{g23}	समीकरण (६-९४)	$48{\cdot}4\sqrt{F}\,10^{-10}$	$45{\cdot}6\sqrt{F}\,10^{-10}$	$20{\cdot}5\sqrt{F}\,10^{-10}$
NF_2	समीकरण (६-८८)	2·08 गुना अंतिम या 6·35 db.	2·14 गुना अंतिम या 6·6 db.	2·58 गुना अंतिम या 8·24 db.

पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित संयोग से प्राप्त सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक पृथ्वी-ऋणाग्र पेण्टोड (उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर के साथ) और ट्राओड परिवर्तक के संयोग के सापेक्ष बहुत अच्छे हैं जिसमें तुलनात्मक कोलाहल गुणांक 70Mc और 195Mc पर क्रमशः 8·60 db और 12·22 db हैं।

६–७ ग्रिड और ऋणाग्र इनपुट के संयोग के साथ पेण्टोड

इस आवर्धक का आकार मानचित्र ६–९ में दर्शित है। कोलाहल गुणांक हेतु परिपथ विश्लेषण के उपयोग के लिए कोलाहल वोल्टता को दर्शित करने हेतु मानचित्र ६–९ दुबारा खींचा जा सकता है। कोलाहल गुणांक की चित्र में दर्शित बिन्दु A पर गणना करनी है और बिन्दु A के बायीं ओर के सर्व कोलाहल स्रोतों को सम्मिलित करना है। एक सुगमता हेतु कल्पना बनानी है कि स्क्रीन[1] वोल्टता प्लेट धारिता पर उपेक्षणीय प्रभाव कण्ट्रोल ग्रिड[2] के सापेक्ष रखती है; यह आवश्यकीय है, क्योंकि स्क्रीन वोल्टता स्थिर नहीं है, बल्कि ऋणाग्र और पृथ्वी के बीच वोल्टता कमी के साथ बदलना है। यह कल्पना इसलिए उचित मालूम होती है, क्योंकि सबसे ज्यादा शार्प कट ऑफ़[3]

1. Screen, 2. Control-Grid, 3. Sharp Cut-off.

प्रतिरोध Z_k, R_θ और R_1 के कारण है। परिवर्तक[1] को ध्यान में रखते हुए, यह

$$Z_k = 1/4 \left(\frac{R_\theta R_1}{R_1 + R_\theta}\right) \qquad (६—९६)$$

है।

प्रतिरोध R_1 का ट्रान्सफार्मर परवर्ती के भार के तुल्य चयन करना चाहिए। ट्रान्सफार्मर कार्य को ध्यान में रखते हुए इसका आशय यह है कि

$$R_1 = \frac{4R_\theta R}{R_\theta + 4R} \qquad (६—९७)$$

समीकरण (६–९५) में दर्शित R का मान समीकरण (६–९७) में रखने से

$$R_1 = \frac{4R_\theta}{4 + R_\theta g_m} \qquad (६—९८)$$

तालिका (६–१३) Z_k और R_1 के मान तथा अन्य आवश्यकीय परिपथ अचल को तीन आवृत्तियों पर कोलाहल वोल्टता की गणना हेतु देती है।

तालिका ६–१३. 6 CB 6 पेण्टोड में कोलाहल वोल्टता की गणना हेतु आवश्यकीय अचल। पेण्टोड ग्रिड-ऋणाग्र पोषित है—

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R	समी० (६-२६, ६-२७)	अनन्त	४,४००	५७२
g_m	दिया हुआ है	$६,२०० \times १०^{-६}$	$६,२०० \times १०^{-६}$	६२००×१०^{-६}
R	समीकरण (६-९५)	१६१	१६१	१६१
Re_q	समीकरण (६-२५)	१,४६०	१,४५०	१,४६०
R_1	समीकरण (६-९८)	६४४	५६१	३०३
Z_k	समीकरण (६-९६)	१६१	१२४	५२५
R_0	समीकरण (६-२८)	१,५३०	१,५३०	१,५३०

R_1 के श्रेणी क्रम में कोलाहल वोल्टता और R_1 के कारण निम्न है

$$E_1 = 1{\cdot}28\sqrt{R_1 \ F} \ 10^{-10} \qquad (६—९९)$$

चूँकि पद्धति सम्पूर्ण हालतों में समतुल्य[2] मान ली गयी है, इसलिए ग्रिड से ऋणाग्र-इनपुट विद्युदग्र पर पहुँचने वाली वोल्टता इसकी आधी है या

1. Transformation, 2. Matched.

$$e_{g11} = 0{\cdot}64\sqrt{R_1 F}\ 10^{-10} \qquad (६–१००)$$

चूँकि यह वोल्टता ग्रिड और ऋणाग्र के बीच होती है (कोई भी विधान उल्लंघन-कारी[1] प्रभाव ध्यान में लाना आवश्यक नहीं है) इसलिए बिन्दु A पर दर्शित वोल्टता साधारण आवर्धकता से

$$e_{p11} = 0{\cdot}64\sqrt{R_1 F}\ g_m\ R_0\ 10^{-10} \qquad (६–१०१)$$

R_θ के कारण और संक्रमण-समय प्रतिरोध R_θ के श्रेणी क्रम में कोलाहल वोल्टता निम्न है

$$E_\theta = 2.87\sqrt{R_\theta F}\ 10^{-10} \qquad (६–१०२)$$

यह वोल्टता जालचक्र द्वारा विभाजित हो जाती है और ग्रिड व ऋणाग्र के मध्य प्रकट हो जाती है, जो निम्न है—

$$e_{g12} = 2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\left[\frac{\dfrac{4RR_1}{4R+R_1}}{R_\theta + \dfrac{4RR_1}{4R+R_1}}\right] 10^{-10}$$

$$= 2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\left[\frac{1}{\dfrac{R_\theta(4R+R_1)}{4RR_1} + 1}\right] 10^{-10} \qquad (६–१०३)$$

अतः

$$e_{p12} = 2{\cdot}87\sqrt{R_\theta F}\left[\frac{1}{\dfrac{R_\theta(4R+R_1)}{4RR_1} + 1}\right](R_0 g_m)\,10^{-10} \qquad (६–१०४)$$

अन्त में R_{eq} के कारण और R_{eq} के श्रेणी क्रम में कोलाहल वोल्टता

$$E\ shot = 1{\cdot}28\sqrt{R_{eq}\,F}\ 10^{-10} \qquad (६–१०५)$$

है।

इस वोल्टता को प्लेट परिपथ में स्थानान्तरित करने से बाह्य ऋणाग्र से पृथ्वी प्रतिरोध Z_k के कारण कुछ अंश में परिवर्तन उत्पन्न हो जाता है। समीकरण (६–७४) को प्राप्त करने में उपयुक्त तर्क लगाकर परन्तु यह याद रखते हुए कि $r_p \gg R_0$ और $\mu+1 \cong \mu$ (पेण्टोड के हेतु) बिन्दु A पर आउटपुट वोल्टता

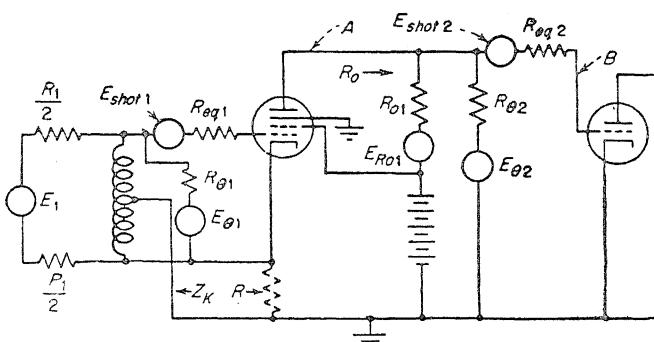
1. Degenerative.

$$e_{p13}=1{\cdot}23\sqrt{R_{eq}\,F}\left(\frac{R_\theta}{\frac{1}{g_m}+Z_k}\right)10^{-10} \qquad (६—१०६)$$

होती है।

अतः कोलाहल गुणांक

$$NF_1=\sqrt{\frac{e_{p11}^2+e_{p12}^2+e_{p13}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६—१०७)$$

अनुच्च, 70 Mc और 195 Mc आवृत्तियों पर कोलाहल वोल्टताओं तथा प्रथम नलिका द्वारा कोलाहल अंक की गणना करने पर, प्राप्त परिणाम तालिका (६–१४) में दर्शित हैं। 70 Mc आवृत्ति तक कोलाहल गुणांक वस्तुतः अच्छे हैं, परन्तु 195 Mc पर 11·6 db का कोलाहल गुणांक 6 AB 4 पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड के 6·0 db के सापेक्ष समान अवस्थाओं में काफी बड़ा है।

तालिका ६–१४. 6CB6 पेण्टोड. ग्रिड और ऋणाग्र पोषित संयोग के साथ के लिए पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टताएँ और कोलाहल गुणांक—

(आगामी नलिकाओं का कोलाहल सम्मिलित नहीं है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195Mc पर
e_{p11}	समीकरण (६-१०१)	$155\sqrt{F}\,10^{-10}$	$144\sqrt{F}\,10^{-10}$	$106\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p12}	समीकरण (६-१०४)	0	$116\sqrt{F}\,10^{-10}$	$172\sqrt{F}\,10^{-10}$
e_{p13}	समीकरण (६-१०६)	$232\sqrt{F}\,10^{-10}$	$263\sqrt{F}\,10^{-10}$	$350\sqrt{F}\,10^{-10}$
NF_1	समीकरण (६-१०७)	1·8 गुना अंतिम या 5·1 db.	2·24 गुना अंतिम या 7·0 db.	3·8 गुना अंतिम या 11·6 db.

६–८. अन्य नलिका द्वारा अनुगामी ग्रिड और ऋणाग्र इनपुट संयोग के साथ पेण्टोड—

परिच्छेद (६–४) में वर्णित अन्य नलिका से अनुगामी ऋणाग्र पृथ्वी सम्बन्धित पेण्टोड आवर्धक में प्रयुक्त ढंग की भाँति, परिच्छेद (६–७) में वर्णित अन्य नलिका के अनुगामी और ग्रिड तथा ऋणाग्र इनपुट संयोग के साथ पेण्टोड रखते हुए द्वि-नलिका मस्तिष्क सिरा का सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक मालूम किया जायगा।

चित्र ६–११. द्वितीय नलिका के अनुगामी ग्रिड और ऋणाग्र इनपुट संयोग के साथ पेण्टोड का चित्र। सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_2 के हेतु बिन्दु B पर कोलाहल को एकत्रित होना है।

अनुकरणीय[1] पद्धति यह है कि द्वितीय नलिका और इसके इनपुट परिपथ में उत्पन्न कोलाहल वोल्टताओं और प्रथम नलिका तथा इसके इनपुट परिपथ द्वारा उत्पन्न कोलाहल वोल्टताओं के योग को जनित्र प्रतिरोध के कारण कोलाहल वोल्टता से भाग देना है।

चित्र ६–११ संयोग का चित्र दिखाता है। चित्र के बिन्दु B पर या द्वितीय नलिका की ग्रिड पर वोल्टताएँ एकत्रित करनी हैं। तब सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक ऐसे लिखा जा सकता है—

$$NF_2 = \sqrt{\frac{e_{p11}^2 + e_{p12}^2 + e_{p13}^2 + e_{p21}^2 + e_{p22}^2 + e_{p23}^2}{e_{p11}^2}} \qquad (६–१०८)$$

जहाँ

e_{p11}, R_1 के कारण समीकरण (६–१०१)
e_{p12}, $R_{\theta 1}$ के कारण समीकरण (६–१०४)
e_{p13}, Req_1 के कारण समीकरण (६–१०६)
e_{p21}, R_{01} के कारण समीकरण (६–३९)
e_{p22}, $R_{\rho 2}$ के कारण समीकरण (६–४१)
e_{p23}, Req_2 के कारण समीकरण (६–४२)

आंकिक उदाहरण की शीघ्र गणना करने के लिए, समीकरण (६–१०८) समीकरण (६–५२) की भाँति लिखा जा सकता है। या

1. Followed.

$$NF_2 = NF_1\sqrt{1+\left(\frac{e_{g2}}{e_{p11}\ NF_1}\right)} \qquad (६—१०९)$$

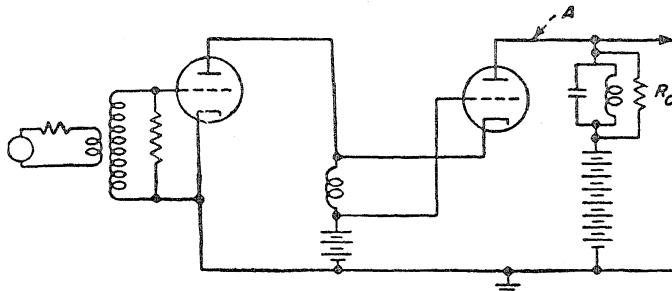
जहाँ e_{g2} समीकरण (६–५०) द्वारा परिभाषित है।

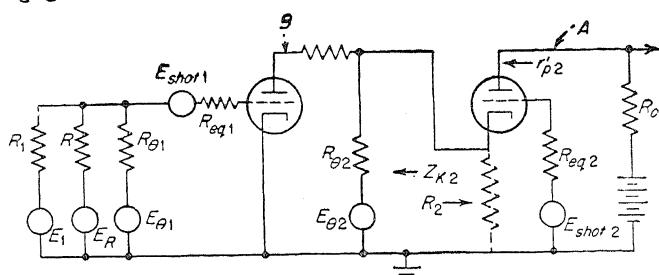
माना, प्रथम नलिका 6 CB 6 पेण्टोड और द्वितीय नलिका 12 AT 7 में से एक ट्राओड है। पूर्व गणनाओं के परिणाम समीकरण (६–१०९) में साधारण तौर पर मान रखने से NF_2 को हल करने हेतु काम में लाये जा सकते हैं।

तालिका ६–१५. 6CB6 पेण्टोड के हेतु सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक—

(परिवर्तक की भाँति 12 AT 7 ट्राओड द्वारा अनुगामी ग्रिड और ऋणाग्र इनपुट संयोग के साथ पेण्टोड)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70 Mc पर	195 Mc पर
NF_1	तालिका (६-१४)	1·8 गुना अंतिम	2·24 गुना अंतिम	3·8 गुना अंतिम
e_{g2}	तालिका (६-७)	$81\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$87\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$107{\cdot}5\sqrt{F}10^{-10}$
e_{p11}	तालिका (६-१४)	$155\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$144\sqrt{F}\ 10^{-10}$	$106\ \ \sqrt{F}10^{-10}$
NF_2	समीकरण (६-१०९)	1·87 गुना अंतिम या 5·48 db	2·32 गुना अंतिम या 7·30 db	3·93 गुना अंतिम या 11·88 db

तालिका (६–१५) में लाक्षणिक दृष्टान्त 70 70 Mc का हो सकता है। यहाँ पर कोलाहल गुणांक NF_2 निम्न है—

$$NF_2 = 2{\cdot}24\sqrt{1+\left(\frac{87}{144\times 2{\cdot}24}\right)^2} = 2{\cdot}32 \text{ गुना अंतिम या } 7{\cdot}30 \text{ db} \qquad (६—११०)$$

तालिका (६–१५) के निरीक्षण से प्रतीत है कि सामान्यतः द्वितीय नलिका कोलाहल गुणांक को करीब ४% या ०·४ db से कम बढ़ा देता है।

६–९. केस्कोड प्रवर्धक

कोलाहल गुणांक पर इस प्रबन्ध में विचारणीय अन्तिम आवर्धक चित्र ६–१२ में दर्शित केस्कोड आवर्धक है। जब कि चित्र दर्शाता है कि उच्चायी ट्रान्सफार्मर जनित्र और प्रथम ग्रिड के बीच नियुक्त है, सर्वसाधारण परिपथ में १ : १ विस्तृत समस्वरित

ट्रांसफार्मर या चालक-युग्मन[1] को नियुक्त कर सकते हैं। अन्तिम स्थिति में ग्रिड से पृथ्वी तक प्रतिरोध प्रेषित लाइन को उचित रूप में पृथक् करने के लिए ठीक करना होगा। सभी कोलाहल वोल्टताएँ परिपथ के बिन्दु A पर एकत्रित की जायेंगी।

चित्र ६–१२. केस्कोड आवर्धक का आकार मात्र चित्र, प्रथम ट्राओड द्वितीय ट्राओड के ऋणाग्र को पोषित करता है। प्रथम ट्राओड ऋणाग्र पृथ्वी सम्बन्धित तथा द्वितीय ग्रिड-पृथ्वी से सम्बन्धित रहता है। प्रथम नालिका का उदासीन करना दर्शनीय नहीं है परन्तु कुछ उपयोगों में आवश्यकीय है। कोलाहल बिन्दु A पर एकत्रित होगा।

चित्र ६–१३. कोलाहल वोल्टता के छः स्रोतों को दिखाता हुआ केस्कोड आवर्धक का आकार मात्र चित्र। कोलाहल गुणांक प्राप्त करने के लिए बिन्दु A पर सभी कोलाहल वोल्टताएँ एकत्रित होंगी। और यह गुणांक इस बिन्दु के बायीं ओर के सभी कोलाहलों को सम्मिलित करेगा।

चित्र ६–१२ सभी कोलाहल वोल्टताओं को दिखाने हेतु चित्र ६–१३ में फिर से खींचा गया है।

कोलाहल गुणांक हेतु इस परिपथ के विश्लेषण की अनुकरणीय कार्य-पद्धति प्रथम नलिका से सम्बन्धित कोलाहल वोल्टताओं को, अर्थात् जो R_1, R, $R_{\theta 1}$ और R_{eq1} के कारण होंगी, बिन्दु B पर एकत्रित करना है। यह वोल्टता तब निम्न रूप में होगी—

1. Conductive Coupling.

$$eB_1 = \mu_1 \; e_{g1} \qquad (६—१११)$$

जहाँ e_{g1} = प्रथम नलिका की ग्रिड वोल्टता

μ_1 प्रथम नलिका का आवर्धक गुणांक

e_{B1} के मालूम होने के बाद यह वोल्टता द्वितीय नलिका को दी जाती है, जैसे कि वोल्टता E_1 चित्र ६—७ में पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड को दी गयी थी। चित्र ६—१३ चित्र ६—७ के R_1 की स्थिति में r_{p1} है। सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित आवर्धक में उपयुक्त समीकरणों को काम में लाकर मालूम किया जा सकता है।

इस प्रकार अनुकरण करने और प्रथम ग्रिड पर विस्तृत समस्वरित इनपुट परिपथ प्रयुक्त और R_1 को स्थिर मानने वाली स्थिति में पृथ्वी-ऋणाग्र सम्बन्धित पेण्टोड के समान स्थिति में उपयुक्त समीकरणों को (परिच्छेद ६—३) सीधे काम में ला सकते हैं। जो रूपान्तर अभीष्ट है वह सिर्फ नलिका के लाभ गुणांक $g_m R_0$ को μ_1 में बदलना है।

अतः चित्र ६—१३ में R_1 के कारण बिन्दु B पर कोलाहल वोल्टता समीकरण (६—१११) की भाँति है या

$$e_{B11} = 1{\cdot}28\sqrt{R_1F}\left[\frac{1}{\dfrac{R_1(R+R_{\theta 1})}{RR_{\theta 1}}+1}\right]\mu_1 10^{-10} \qquad (6—112)$$

इसी प्रकार R के कारण चित्र ६—१३ के बिन्दु B पर कोलाहल वोल्टता समीकरण (६—१४) की भाँति है या

$$e_{B12} = 1{\cdot}28\sqrt{RF}\left[\frac{1}{\dfrac{R(R_1+R_{\theta 1})}{R_1R_{\theta 1}}+1}\right]\mu_1 \, 10^{-10} \qquad (6—113)$$

$R_{\theta 1}$ के कारण चित्र ६—१३ के बिन्दु B पर कोलाहल वोल्टता समीकरण (६—१७) की भाँति है या

$$e_{B13} = 2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 1}F}\left[\frac{1}{\dfrac{R_{\theta 1}(R+R_1)}{RR_1}+1}\right]\mu_1 \, 10^{-10} \qquad (6—114)$$

अन्त में Req_1 के कारण चित्र ६—१३ के बिन्दु B पर कोलाहल वोल्टता समीकरण (६—२०) की भाँति है या

$$ {}^{e}B_{14} = 1{\cdot}28\sqrt{R_{eq1}\,F}\;\mu_1\;10^{-10} \qquad (६–११५) $$

अस्तु बिन्दु B पर सम्पूर्ण वोल्टता पृथक्-पृथक् वोल्टताओं के वर्गों के योग के वर्गमूल के बराबर है या

$$ e_{B1} = \sqrt{e_{B11}^2 + e_{B12}^2 + e_{B13}^2 + e_{B14}^2} \qquad (६–११६) $$

बिन्दु A पर दर्शित कोलाहल वोल्टताएँ परिच्छेद (६–५) के पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित आवर्धक के समीकरणों से प्राप्त कर सकते हैं। चित्र ६–१३ के निर्देशन से यह देखा जायगा कि समीकरण (६–५७) की समानता से

$$ Z_{k2} = \frac{R_{\theta 2}\,r_{p1}}{R_{\theta 2} + r_{p1}} \qquad (६–११७) $$

इसी प्रकार, समीकरण (६–५६) की समानता से चित्र (६–१३) में r'_{p2} के लिए समीकरण निम्न होता है।

$$ r'_{p2} = r_{p2} + Z_{k2}\,(\mu_2 + 1) \qquad (६–११८) $$

जहाँ μ_2= द्वितीय नलिका का आवर्धक गुणांक है।

समीकरण (६–५५) की समानता से यह देखा गया है कि चित्र ६–१३ में ऋणाग्र इनपुट प्रतिरोध द्वितीय नलिका हेतु निम्न भाँति प्रकट होता है —

$$ R_2 = \frac{r_{p2} + R_0}{\mu_2 + 1} \qquad (६–११९) $$

केस्कोड पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित परिच्छेद और परिच्छेद (६–५) में विचारणीय के बीच मुख्य अन्तर यह है कि नलिकाओं में तुल्यता आवश्यक नहीं है, क्योंकि अब प्रेषित लाइन प्रयुक्त नहीं है; तदनुसार, प्रमाण पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित आवर्धक का प्रतिरोध R_1 जो समीकरण (६–६२) में परिभाषित है, प्रयुक्त नहीं होता। इसके स्थान पर परिच्छेद (६–५) में दर्शित R_1 अब r_{p1} द्वारा स्थानान्तर कर दिया जायगा और चूँकि r_{p1} में कोई प्रतिरोध प्रकट नहीं होता, इसलिए समीकरण (६–६८) के समान कोई ep_{11} नहीं होगा। r_{p1} के श्रेणी क्रम में वोल्टता, इसके अलावा, समीकरण (६–११६) की वोल्टता e_{B1} है।

इस प्रकार समीकरण (६–६८) को प्रयोग कर, प्रथम नलिका और इसके इनपुट परिपथ के कारण चित्र ६–१३ के बिन्दु A पर कोलाहल वोल्टता निम्न है —

$$ e_{B2} = e_{B1} \left(\frac{1}{\dfrac{r_{p1}\,(R_2 + R_{\theta 2})}{R_2 R_{\theta 2}}} \right) \left[\frac{R_0(\mu_2 + 1)}{r_{p2} + R_0} \right] 10^{-10} \qquad (६–१२०) $$

e_{B_1} का एक भाग [समीकरण ६–११६ से ४ भाग है] कोलाहल गुणांक मालूम करने हेतु पृथक् रख लेना चाहिए। यह वोल्टता $e_{B_{11}}$ 'आदर्श' आवर्धक के जनित्र R_1 में कोलाहल के कारण है। अस्तु, बिन्दु A पर

$$e_{B_{21}} = e_{B_{11}} \left(\frac{1}{\frac{r_{p1}(R_2 + R_{\theta 2})}{R_2 R_{\theta 2}} + 1} \right) \left[\frac{R_0(\mu_2 + 1)}{r_{p2} + R_0} \right] 10^{-10} \quad (६\text{--}१२१)$$

शेष कोलाहल वोल्टताओं में, जो द्वितीय नलिका से सम्बन्धित हैं, बड़ी आसानी से प्राप्त हो जाती हैं। चित्र ६–१३ के बिन्दु A पर Req_2 के कारण कोलाहल वोल्टता समीकरण (६–७४) के समान है या

$$e_{p22} = 1{\cdot}28\sqrt{Req_2 F} \left[\frac{\mu_2 R_0}{r_{p2} + R_0 Z_{k2}(\mu_2 + 1)} \right] 10^{-10} \quad (६\text{—}१२२)$$

चित्र ६–१३ के बिन्दु A पर $R_{\theta 2}$ के कारण कोलाहल वोल्टता समीकरण (६–७७) के समान है

$$e_{p23} = 2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 2} F} \left(\frac{1}{1 + \frac{R_{\theta 2}(R_2 + r_{p1})}{R_2 r_{p1}}} \right) \left[\frac{R_0(\mu_2 + 1)}{r_{p2} + R_0} \right] 10^{-10} \quad (६\text{—}१२३)$$

कास्कोड आवर्धक का कोलाहल गुणांक 'आदर्श' कोलाहल द्वारा भाज्य सम्पूर्ण कोलाहल है या

$$NF_2 = \sqrt{\frac{e^2_{B_2} + e^2 p_{22} + e^2 p_{23}}{e^2_{B21}}} \quad (६\text{—}१२४)$$

जैसा कि पहले वर्णित है, आउटपुट परिपथ R_0 के समानान्तर क्रम में $rp^1{}_2$ द्वारा अवमन्दन है जो एक प्रभावकारी प्रतिरोध Rd को उत्पन्न करता है। Rd इच्छित पट्ट-विस्तार और परिपथ पार्श्ववाही धारिता से मालूम कर लेते हैं। अतः

$$R_0 = \frac{R_d \; r'_{p2}}{r'_{p2} - R_d} \quad (६\text{—}१२५)$$

कास्कोड आवर्धक से सम्बन्धित 6AB4 ट्राओड के युगल प्रयोगात्मक दृष्टान्त को विचारो और मानो कि $R_1 = ३००$ ओम। समीकरण (६–१२४) की वोल्टताओं को निकालने के आवश्यक स्वीकृत तत्त्व शीघ्र निर्देशन हेतु तालिका (६–१६) में दर्शित हैं।

तालिका (६–१६) के स्वीकृत तत्त्व तीन आवृत्तियों पर कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना हेतु प्रयुक्त होते हैं। इन गणनाओं के फल तालिका (६–१७) में दर्शित हैं।

७० Mc और १९५ Mc पर इस आवर्धक के कोलाहल गुणांक कुछ न्यून हैं, जिसका कारण उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर का उपयोग न करना है।

तालिका ६–१६. केस्काड प्रवर्धक के पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना हेतु स्वीकृत तत्त्व—

(प्रवर्धक में दो 6AB4 ट्राओड हैं। परिपथ चित्र ६–१३ में दर्शित है। प्रथम ग्रिड का उच्चायी इनपुट ट्रान्सफार्मर नहीं है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	७० Mc पर	१९५ Mc पर
R_1	दिया हुआ है	३००	३००	३००
R	समीकरण (६-२४)	३००	३०७	३६९
$R_{\theta 1}$	समी० (६-८१, ६-८२)	अनन्त	१२,८००	१,६००
$R_{\theta 2}$	समी० (६-८१, ६-८२)	अनन्त	१२,८००	१,६००
μ_1	दिया हुआ है	६०	६०	६०
μ_2	दिया हुआ है	६०	६०	६०
r_{p1}	दिया हुआ है	१०,९००	१०,९००	१,०९००
r_{p2}	दिया हुआ है	१०,९००	१०,९००	१,०९००
Z_{k2}	समीकरण (६-११७)	१०,९००	५,८९०	१,४००
r'_{p2}	समीकरण (६-११८)	६८५,०००	३७०,०००	९६,०००
R_d	समीकरण (६-७९)	१,५३०	१,५३०	१,५३०
R_0	समीकरण (६-१२५)	१,५३४	१,५३७	१,५५३
R_2	समीकरण (६-५५)	२०४	२०४·१	२०४·१
R_{eq1}	समीकरग (६-८०)	४५५	४५५	४५५
R_{eq2}	समीकरण (६-८०)	४५५	४५५	४५५

तालिका ६–१७. केस्कोड प्रवर्धक के पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टताएँ और कोलाहल गुणांक।

(प्रवर्धक के चित्र ६–१३ के परिपथ में दो 6AB4 ट्राओड हैं। प्रथम ग्रिड को कोई उच्चाई ट्रान्सफार्मर नहीं है। प्रथम ग्रिड पर एण्टिना प्रतिरोध ३०० ओम एक प्रतिरोध द्वारा तुल्य है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195Mc पर
e_{B11}	समी० (६-११२)	$665\sqrt{F}10^{-10}$	$665\sqrt{F}10^{-10}$	$665\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B12}	समी० (६-११३)	$665\sqrt{F}10^{-10}$	$658\sqrt{F}10^{-10}$	$600\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B13}	समी० (६-११४)	0	$228\sqrt{F}10^{-10}$	$645\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B14}	समी० (६-११५)	$1{,}635\sqrt{F}10^{-10}$	$1{,}635\sqrt{F}10^{-10}$	$1{,}535\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B1}	समी० (६-११६)	$1{,}888\sqrt{F}10^{-10}$	$1{,}900\sqrt{F}10^{-10}$	$1{,}970\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B21}	समी० (६-१२१)	$91{\cdot}8\sqrt{F}10^{-10}$	$90{\cdot}8\sqrt{F}10^{-10}$	$82{\cdot}8\sqrt{F}10^{-10}$
e_{E2}	समी० (६-१२०)	$260\sqrt{F}10^{-10}$	$259\sqrt{F}10^{-10}$	$245\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B22}	समी० (६-१२२)	$3{\cdot}72\sqrt{F}10^{-10}$	$6{\cdot}78\sqrt{F}10^{-10}$	$26\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B23}	समी० (६-१२३)	0	$329\sqrt{F}10^{-10}$	$485\sqrt{F}10^{-10}$
NF_2	समी० (६-१२४)	2·83 गुना अंतिम या 9·04 db	4·60 गुना अंतिम या 13·28 db	6·58 गुना अंतिम या 16·36 db

जब केस्कोड आवर्धक की प्रथम ग्रिड पर इनपुट ट्रान्सफार्मर प्रयुक्त होता है तो ट्रान्सफार्मर अनुपात को बदल कर R_1 का मान इस तरह चयन किया जाता है कि पूर्ववर्ती[1] प्रतिरोध सम्भवतः अधिक परवर्ती प्रतिरोध के तुल्य हो जायँ। यह हो सकता है और आवश्यक पट्ट विस्तार भी मिल जाता है।

तुल्य[2] उच्चायी ट्रान्सफार्मर इनपुट परिपथ का चित्र पूर्व जैसा ही है अर्थात् चित्र ६–१३ में दर्शित। यदि Rs अधिकतम परवर्ती प्रतिरोध है जो परिपथ धारिता व पट्ट विस्तार के अनुसार प्राप्त होता है तो भार प्रतिरोध R, चित्र ६–१३, जो संक्रमण-समय प्रतिरोध $R_{\theta 1}$ के समानान्तर क्रम में है, Rs के तुल्य होगा या

$$R = \frac{R_{\theta 1} R_s}{R_{\theta 1} - R_s} \qquad (६—१२६)$$

परिपथ जो तुल्य है प्राथमिक प्रतिरोध को परवर्ती में परावर्तित कर देगा जैसा कि

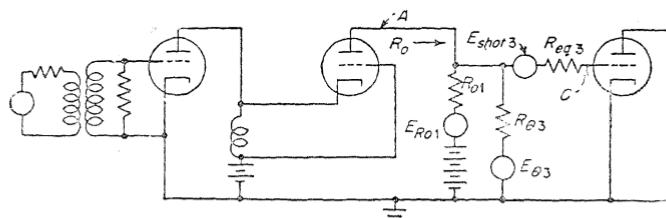
$$R_1 = R_s \qquad (६—१२७)$$

1. Primary, 2. Matched.

समीकरण (६–१२७) के R_1 के मान को Rs हेतु समीकरण (६–१२६) में स्थापन करने से

$$R = \frac{R_{\theta 1} R_1}{R_{\theta 1} - R_1} \qquad (६–१२८)$$

केस्कोड परिपथ के पूर्ववर्ती विश्लेषण में प्रयुक्त समीकरण अब कोलाहल गुणांक प्राप्त करने हेतु प्रयुक्त हो सकते हैं; समीकरण (६–१२८) के द्वारा समीकरण (६–१२६) को ध्यान में रखते हुए। कोलाहल गुणांक की गणना हेतु आवश्यकीय स्वीकृत तत्त्व तालिका (६–१८) में दर्शित हैं। यह देखना चाहिए कि यदि $R_{\theta 1}$ Rs के हेतु होने वाले मान से गिरता है, तब Rs, $R_{\theta 1}$ के द्वारा स्थापित किया जाता है न कि परिपथ धारिता और पट्ट विस्तार के द्वारा। तालिका (६–१८) में विचारणीय दो नलिकाओं हेतु २०० Mc की अधिकता में सभी आवृत्तियों के लिए यह होगा (२०० Mc पर $R_{\theta 1}$ = १५३० ओम के हेतु)।

तालिका (६–१८) से स्वीकृत तत्त्व पृथक्-पृथक् केस्कोड आवर्धक की कोलाहल वोल्टता और कोलाहल गुणांक की गणना में प्रयोग होते हैं और उसके परिणाम **तालिका (६–१९)** में दर्शित हैं। यह देखा जायगा कि उच्चायी ट्रान्सफार्मर के उपयोग करने से ४ से ५ db की उन्नति हुई है।

तालिका ६–१९. कास्कोड प्रवर्धक की पृथक्-पृथक् कोलाहल वोल्टताएँ और कोलाहल गुणांक—

(प्रवर्धक के परिपथ चित्र ६–१३ में दो 6AB4 ट्रायोड प्रयुक्त हैं। उच्चायी ट्रान्सफार्मर एण्टिना प्रेषण लाइन और प्रथम ग्रिड के बीच प्रयुक्त हुआ है)

राशि	स्रोत	अनुच्च आवृत्ति पर	70Mc पर	195 Mc पर
e_{B11}	समी० (६-११२)	$1,500\sqrt{F}10^{-10}$	$1,500\sqrt{F}10^{-10}$	$1,500\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B12}	समी० (६-११३)	$1,500\sqrt{F}10^{-10}$	$1,410\sqrt{F}10^{-10}$	$313\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B13}	समी० (६-११४)	0	$1,170\sqrt{F}10^{-10}$	$3,290\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B14}	समी० (६-११५)	$1,635\sqrt{F}10^{-10}$	$1,635\sqrt{F}10^{-10}$	$1,635\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B1}	समी० (६-११६)	$2,680\sqrt{F}10^{-10}$	$2,880\sqrt{F}10^{-10}$	$3,990\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B21}	समी० (६-१२१)	$207\sqrt{F}10^{-10}$	$204\sqrt{F}10^{-10}$	$187\sqrt{F}10^{-10}$
e_{B2}	समी० (६-१२०)	$369\sqrt{F}10^{-10}$	$392\sqrt{F}10^{-10}$	$496\sqrt{F}10^{-10}$
ep_{22}	समी० (६-१२२)	$3{\cdot}72\sqrt{F}10^{-10}$	$6{\cdot}78\sqrt{F}10^{-10}$	$26\sqrt{F}10^{-10}$
ep_{23}	समी० (६-१२३)	0	$329\sqrt{F}10^{-10}$	$485\sqrt{F}10^{-10}$
NF_2	समी० (६-१२४)	1·74 गुना अंतिम या 5·0 db	2·5 गुना अंतिम या 8·0 db	3·7 गुना अंतिम या 11·5 db

६–१०. द्वितीय नलिका द्वारा अनुयायी कास्कोड प्रवर्धक

चित्र ६–१४ कास्कोड रेडियो आवृत्ति प्रवर्धक का आकार मानचित्र प्रदर्शित करता है। जिसमें दो ट्राओड तृतीय नलिका के अनुगामी हैं। चूँकि कास्कोड की द्वितीय नलिका का आभासी[1] प्लेट प्रतिरोध R_0 से बहुत ज्यादा है, इसलिए द्वितीय नलिका द्वारा अनुयायी पृथ्वी-ऋणाग्र पेण्टोड प्रवर्धक के परिपथ में प्रयुक्त समीकरण, परिच्छेद (६–४), चित्र ६–१४ में तृतीय नलिका की कोलाहल वोल्टता को प्राप्त कर सकते हैं।

चित्र ६–१४. तृतीय नलिका के अनुगामी कास्कोड आवर्धक का आकार-मात्र चित्र। तृतीय नलिका से सम्बन्धित कोलाहल वोल्टताएँ पृथक्-पृथक् दर्शित हैं। प्रथम दो नलिकाओं की कोलाहल वोल्टताएँ चित्र ६–१३ में दर्शित हो चुकी हैं और ये परिपथ के बिन्दु A पर इकट्ठी हुई हैं, जैसा परिच्छेद (६–९) में वर्णित है। बिन्दु C पर एकत्रित लब्ध कोलाहल वोल्टताओं से सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक की गणना की जा सकती है।

अतः द्वितीय नलिका परिपथ चित्र ६–५ को विश्लेषण का आधार मानकर समीकरण (६–३९), (६–४१) और (६–४२) प्रयुक्त होते हैं। सिर्फ $R_{\theta 2}$ और Req_2 अब क्रमशः $R_{\theta 3}$ और Req_3 हो जाते हैं। इस प्रकार बिन्दु C पर, चित्र ६–१४, $R_{\theta 1}$ के कारण कोलाहल वोल्टता निम्न हो जाती है —

$$e_{g31} = 1{\cdot}28\sqrt{R_{01}\,F}\left[\frac{R_{\theta 3}}{R_{01}+R_{\theta 3}}\right]10^{-10} \qquad (६—१२९)$$

चित्र ६–१४ में बिन्दु C पर $R_{\theta 3}$ के कारण कोलाहल वोल्टता

$$e_{g32} = 2{\cdot}87\sqrt{R_{\theta 3}\,F}\left[\frac{R_{01}}{R_{01}+R_{\theta 3}}\right]10^{-10} \qquad (६—१३०)$$

1. Apparent.

अन्त में R_{eq3} के कारण बिन्दु c पर कोलाहल वोल्टता

$$e_{g33}=1\cdot28\sqrt{R_{eq3}F}\ 10^{-10} \qquad (६\text{-}१३१)$$

तीनों नलिकाओं के लिए सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक समीकरण (६–५२) के सदृश है।

$$NF_3=NF_2\sqrt{1+\left[\frac{e_{q3}}{NF_2\ e_{B21}}\right]^2} \qquad (६\text{-}१३२)$$

जहाँ

NF_2=कास्कोड आवर्धक का कोलाहल गुणांक, समीकरण (६–१२४)

e_{B21}='आदर्श' कास्कोड आवर्धक का कोलाहल वोल्टता समीकरण (६–१२१)

और

$$e_{g3}=\sqrt{e_{g31}^2+e_{g32}^2+e_{g33}^2} \qquad (६\text{-}१३३)$$

परिवर्तक की भाँति 12AT7 के एक ट्राओड द्वारा अनुगामी कास्कोड अभिवर्धक में दो 6AB4 के ट्राओड का दृष्टान्त देना है। प्रथम चरण प्रथम ग्रिड के सीधे युग्म और ३०० ओम जनित्र के तुल्य का है जो परिच्छेद ६–९ के प्रथम भाग में दर्शित है। सम्पूर्ण वोल्टताएँ पूर्व दृष्टान्तों में मालूम कर ली गयी हैं, परन्तु निर्देश हेतु तालिका ६–२० में दर्शित है।

तालिका ६–२०. त्रि-नलिका-शीर्ष अन्त[1] का सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_3

(शीर्ष-अन्त में r-f प्रवर्धक की भाँति दो 6AB4 ट्राओड कास्कोड में तथा उनके पश्चात् एक 12AT7 ट्राओड परिवर्तक की भाँति होता है। प्रथम ग्रिड प्रत्यक्ष-युग्मित[2] तथा ३०० ओम उत्पादक से मैच[3] करती है)

राशि	स्रोत	निम्न आवृत्तियों पर	70Mc पर	195Mc पर
NF_2	तालिका (६-१७)	2·83 गुना	4·60 गुना	6·58 गुना
e_{g3}	तालिका (६-६)	$81\sqrt{F}\times10^{-10}$	$87\sqrt{F}\times10^{-10}$	$107\cdot5\sqrt{F}\times10^{-10}$
e_{B21}	तालिका (६-१७)	$91\cdot8\sqrt{F}\times10^{-10}$	$90\cdot8\sqrt{F}\times10^{-10}$	$82\cdot8\sqrt{F}\times10^{-10}$
NF_3	समी० (६-१३२)	2·96 गुना अंतिम[4] का या 9·44 db	4·70 गुना अंतिम का या 13·44 db	6·7 गुना अंतिम का या 16·52 db

1. Three Tube Head End, 2. Direct coupled, 3. Match, 4. Ultimate.

सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक कास्कोड आवर्धक से थोड़ा ज्यादा है। यह वृद्धि २% और ५% के मध्य है।

द्वितीय चरण भी उपर्युक्त के सदृश है, परन्तु उच्चायी ट्रान्सफार्मर जनित्र व प्रथम ग्रिड के मध्यस्थ जुड़ा होता है। समस्त वोल्टताएँ पूर्व दृष्टान्तों में मालूम कर ली गयी हैं, परन्तु तालिका ६–२१ में निर्देशन हेतु दर्शित हैं।

तालिका ६–२१. त्रिनलिका-शीर्ष-अन्त का सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक NF_3

(शीर्ष अन्त में r-f प्रवर्धक की भाँति दो 6AB4 ट्राओड कास्कोड में तथा उनके पश्चात् एक 12AT7 ट्राओड परिवर्तक की भाँति है। प्रथम ग्रिड एक विमववर्धक[1] ट्रान्सफार्मर के द्वारा उत्पादक[2] से सम्बन्धित है)

राशि	स्रोत	निम्न आवृत्तियों पर	70 Mc पर	195 Mc पर
NF_2	तालिका (६-१९)	1·78 गुना	2·5 गुना	3·7 गुना
e_{g3}	तालिका (६-६)	$81\sqrt{F}\times10^{-10}$	$87\sqrt{F}\times10^{-10}$	$107{\cdot}5\sqrt{F}\times10^{-10}$
e_{B21}	तालिका (६-१९)	$207\sqrt{F}\times10^{-10}$	$204\sqrt{F}\times10^{-10}$	$187\sqrt{F}\times10^{-10}$
NF_3	समीकरण (६-१३२)	1·83 गुना अंतिम[3] का या 5·24 db	2·54 गुना अंतिम का या 8·10 db	3·74 गुना अंतिम का या 11·48 db

सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक कास्कोड आवर्धक से थोड़ा ज्यादा है। यह वृद्धि १·२% और २·४% के मध्य है।

६–११. कोलाहल गुणांक-गणना का सारांश

नलिकाओं और परिपथों के भिन्न-भिन्न संयोगों से प्राप्त कोलाहल गुणांक तालिका ६–२२ में तुलना हेतु एकत्रित हैं। सर्वश्रेष्ठ संयोग पृथ्वी-ग्रिड सम्बन्धित ट्राओड रेडियो आवृत्ति आवर्धक का मालूम होता है। इस परिपथ की कार्य-साधकता १९५ Mc पर विशेषतः विशिष्ट है।

कास्कोड प्रबन्ध अनुच्च आवृत्तियों पर कुछ अच्छा है, जहाँ संक्रमण-समय प्रतिरोध उच्च है; इस कारण यह परिपथ मध्यवर्ती-आवृत्ति आवर्धक के इनपुट परिपथ

1. Step-up, 2. Generator, 3. Ultimate.

की भाँति ज्यादा लाभान्वित होना चाहिए, जब मध्यस्थ आवृत्ति ४० Mc से कम हो।

६–१२. रेडियो-आवृत्ति समस्वरण विधियाँ

इच्छित चैनल के अनुरूप रेडियो आवृत्ति परिपथों द्वारा समस्वरित करने की तीन पृथक् विधियाँ व्यापारिक ग्राहकों में उपयुक्त हैं। प्रथम सतत समस्वरितता, द्वितीय वफर-स्विचिंग[1] व तृतीय टूरेट-स्विचिंग[2] हैं।

६–१२·१. सतत-समस्वरितता[3]

सतत-समस्वरक प्रेरकत्व के परिवर्तक पर आधारित है, जिससे समस्वरकता विस्तार प्राप्त होता है, क्योंकि एकसार लाभ व पट्ट-विस्तार विशिष्ट गुणों को रखने के लिए विद्युत्-धारिता को स्थिर रखना अनिवार्य है।

प्रेरकत्व समस्वरक के एक प्रकार में स्लाइडर[4] के साथ नग्न तारों का कुंडल वा वेष्टन प्रयुक्त होता है जो इच्छित आवृत्ति को समस्वरित करने से अनावश्यक प्रेरकत्व को अलग कर देता है। इस प्रकार के समस्वरक प्रेषकों में बहुत वर्षों से इस्तेमाल हुए हैं। इससे लाभ यह है कि बहुत विस्तृत आवृत्तियाँ एक ही वेष्टन द्वारा व्याप्त हो जाती हैं। जब तक सावधानी से न बनाया जाय, इस प्रबन्ध का दोष कोलाहल उत्पन्न करना है, क्योंकि वेष्टन व स्लाइडर से घर्षण होता है। द्वितीय दोष यह है कि जो वेष्टन का भाग अलग हो गया है वह समस्वरित पट्ट में अनुनादित हो जाय जिससे ऐसी आवृत्तियों पर लाभ में कमी हो जायगी।

तालिका ६–२२. टेलीविजन-ग्राहक के शीर्षान्तों तथा चक्रों के अनेक प्रकार के समुदायों के लिए कोलाहल गुणांकों की संक्षिप्त सूची—

(गुणांकों में यह मान लिया गया है कि उदासीनीकरण पूर्ण रूप से है और कैथोड-चक्र पतन नगण्य है)

1. Wafer Switching, 2. Turret Switching, 3. Continuous Tuning, 4. Slider.

ग्राहक	चक्र चित्र नं०	कोलाहल गुणांक db निम्न आवृत्तियों पर	७० Mc पर	१९५Mc पर
केवल R-f प्रवर्धक कोलाहल गुणांक				
6AB4 ग्रिड पृथ्वी सम्बन्धित प्रवर्धक विस्तृत रूप से स्वरित मैच करने वाले ट्रान्सफार्मर सहित	६–६	४·९०	५·००	६·००
6CB6 पेण्टोड-ग्रिड तथा कैथोड पोषित, विस्तृत रूप से स्वरित मैच करने वाले ट्रान्सफार्मर सहित	६–९	५·१०	७·००	११·६०
दो 6AB4 कास्कोड में ट्राओड, विभव-वर्धक इनपुट ट्रान्सफार्मर	६–१२	५·००	८·००	११·४०
6CB6 पेण्टोड कैथोड पृथ्वी सम्बन्धित विभववर्धक इनपुट ट्रान्सफार्मर	६–३	७·६०	८·५२	१२·१०
6CB6 पेण्टोड कैथोड पृथ्वी संबन्धित, ३०० ओम से बिना विभववर्धक के	६–३	१३·२०	१३·३०	१३·७०
दो 6AB4 कास्कोड से ट्राओड, ३०० ओम से बिना विभववर्धक के	६–१२	९·०४	१३·२८	१६·३६
परिवर्तक को शामिल करके सम्पूर्ण कोलाहल गुणांक				
6AB4 ग्रिड पृथ्वी सम्बन्धित ट्राओड प्रवर्धक मैच करने वाले ट्रान्सफार्मर सहित, जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–८	६·३५	६·६०	८·२४
6CB6 पेण्टोड ग्रिड तथा कैथोडपोषित मैच करने वाले ट्रान्सफार्मर के साथ, जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–११	५·४८	७·३०	११·८८
दो 6AB4 कास्कोड में ट्राओड, विभव-वर्धक इनपुट ट्रांसफार्मर जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–१४	५·२४	८·१०	११·४८
6CB6 पैण्टोड कैथोड पृथ्वी सम्बन्धित विभववर्धक इनपुट ट्रान्सफार्मर जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–५	७·६८	८·६०	१२·२२
6CB6 पैण्टोड कैथोड पृथ्वी सम्बन्धित, ३०० ओम से बिना विभववर्धक के, जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–५	१३·३६	१३·४०	१३·९०
दो 6AB4 कास्कोड में ट्राओड, ३०० ओम से कोई विभववर्धक नहीं तथा जिसके पश्चात् 12AT7 परिवर्तक है	६–१४	९·४४	१३·४४	१६·५२

प्रेरकत्व-स्वरक[1] के एक रूप में नंगे तार की गोल कुण्डली[2] होती है जिसमें एक खिसकने वाली कुंजी होती है जो अभीष्ट आवृत्ति से स्वरित करने में अनावश्यक प्रेरकत्व को समाप्त कर देती है। इस प्रकार के स्वरकों का प्रेषकों में अनेक वर्षों से प्रयोग होता आया है। इस प्रकार स्वरकों का लाभ यह है कि केवल एक कुण्डली से आवृत्तियों के काफी विस्तार को काम में लाया जा सकता है। लेकिन इस प्रकार के स्वरक से एक हानि यह है कि कुण्डली तथा खिसकने वाली कुञ्जी में रगड़ने वाला सम्पर्क होने के कारण यह स्वरक प्रयोग में कोलाहल उत्पन्न करेगा जब तक कि इसको अत्यन्त ही सावधानी के साथ न बनाया गया हो। इससे दूसरी हानि यह है कि कुण्डली का वह भाग, जो कुञ्जी द्वारा शार्ट कर दिया गया है, स्वरित किये जाने वाले पट्ट में अनुनाद उत्पन्न कर सकता है जिससे इन आवृत्तियों पर लाभ[3] में हानि होगी।

सतत समस्वरक की द्वितीय आकृति में लोह-क्रोड-स्लग[4] का उपयोग होता है। स्लग वेष्टन के अन्दर प्रेरकत्व को बढ़ाने हेतु सरकाये जाते हैं। सम-स्वरिकता इस पद्धति में सीमित है फिर भी टेलीविज़न समस्वरिक विस्तार (54 से 88Mc और 174 से 216Mc) को पूर्ण आच्छादित करने के लिए काफी हैं। इन पट्ट के बीच स्विच[5] करने हेतु स्विच होते हैं। इच्छित समस्वरिक अनुपात अनुच्च सरणि पर ८८/५४=१·६३ है। यह प्रेरकत्व अनुपात $१·६^२$=२·६५ चाहती है। उच्च पट्ट की आवृत्ति अनुपात २१६/१७४=१·२४ है जो प्रेरकत्व अनुपात $१·२४^२$= १·५४ चाहता है। जब प्रसारण पट्ट ५४० से १६००k_c के ऊपर समस्वरित करने की समस्याओं का विचार करते हैं तो ये अनुपात मुख्यतः ज्यादा नहीं हैं और परिवर्ती भाग के बाहर उपस्थिति सम्पूर्ण परिपथ प्रेरकत्व से भी ज्यादा नहीं है। सावधानी पूर्वक ढाँचा बनाने से इच्छित विस्तार प्राप्त हो जाते हैं। लोह-कोर सम स्वरकों का लाभ यह है कि ये कोलाहलरहित होते हैं क्योंकि स्पर्शता[6] अनुपस्थित रहती है।

सतत समस्वरक की अन्य आकृति में सुचालक का एक चक्कर प्रयुक्त करते हैं जो लघुस्पर्श[7] के स्पर्श द्वारा चौरस-परिवर्ती-परिमाणों[8] में पृथक् कर दिया जाता है। यह प्रथम स्लाइडर प्रकार से इस प्रकार भिन्न है कि इसमें स्पर्श बिन्दु स्थिर रहते हैं वेष्टन घूमता है। दोनों पट्टों को व्याप्त करने हेतु स्विच प्रयुक्त होता है। क्योंकि आकृति सीमितताएँ इस पद्धति का एक चक्कर रखने को बाध्य करती हैं जो अपर्याप्त

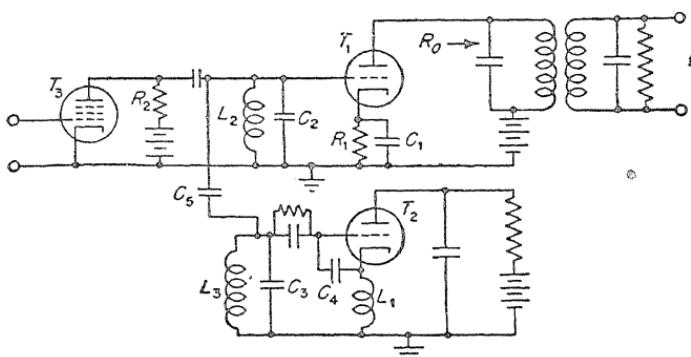
1. Inductance tuner, 2. Helical coil, 3. Gain, 4. Iron-core-slugs, 5. Switch, 6. Contacts, 7. Shorting Contact, 8. Smooth-Variable-Amounts.

सर्वाधिक प्रेरकत्व रखती है और परिपथ को वास्तव में ज्यादा प्रवाहकारी प्रेरकत्व अनुपात, उच्च से निम्न, प्राप्त करने में सहायक होती है।

६–१२–२. वेफर-स्विचिंग[1]

वेफर-स्विचिंग के दो आकार होते हैं। प्रथम आकार में समस्वरित होने वाले परिपथ के 'गर्म' भाग से सम्बन्धित चयन-स्विच का प्रयोग होता है। स्विच में १२ स्पर्श बिन्दु होते हैं जो १२ टेलीविज़न सरणि हेतु पृथक्-पृथक् होते हैं। प्रत्येक स्विच बिन्दु समस्वरित वेष्टन के एक सिरे से जुड़ा होता है और वेष्टन का द्वितीय सिरा पृथ्वी से सम्बन्धित होता है। इस प्रकार प्रत्येक वेष्टन निश्चित प्रेकरत्व हेतु निर्दिष्ट सरणि के लिए परिपथ को समस्वरित करने के लिए पृथक्-पृथक् अभियोजित किये जाते हैं। इस पद्धति का लाभ यह है कि इसमें वेष्टन एक दूसरे पर अवलम्बित नहीं होता इस कारण यदि एक वेष्टन समायोजित नहीं होता तो अन्य वेष्टनें प्रभावित नहीं होता।

वेफर-स्विचिंग के दूसरे प्रकार में १२ स्पर्शबिन्दु के साथ घुमाने वाली शाखा का प्रयोग होता है। स्पर्श बिन्दुओं के बीच में वेष्टन श्रेणी क्रम[2] में लगे होते हैं। इस पद्धति में उच्चतम आवृत्ति का वेष्टन प्रथम समायोजित किया जाता है, इसके बाद इससे कम आवृत्ति का वेष्टन, इस तरह सब वेष्टन समायोजित कर लिये जाते हैं। इस पद्धति का अवगुण यह है कि यदि अन्तिम वेष्टन के अतिरिक्त अन्य कोई वेष्टन समायोजित नहीं होता तो सब स्विच स्थितियों के उस बिन्दु से अनुच्च आवृत्ति बिन्दु तक समायोजन में गलत हो जाती है। यह पद्धति यद्यपि बनाने में सबसे कम खर्चीली है।

६–१२. ३. टरेट सम-स्वरण[3]

इस पद्धति में स्पर्श-बिन्दु स्थिर रहते हैं और पृथक्-पृथक् समायोजित वेष्टन टरेट परिस्थितियों में घूमते हैं। इस प्रकार की पद्धति लाभप्रद है। क्योंकि परिपथ का गर्म हिस्सा नहीं घूमता है और इस तरह उसको पृथ्वी से बहुत कम धारिता रखने-वाला बना सकते हैं। यह पद्धति वेफर-स्विचिंग से ज्यादा खर्चीली साबित हुई है।

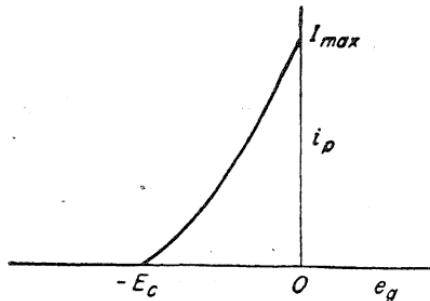
६–१३. सुपर हेट्रोडाइन परिवर्तक-दोलनोत्पादक[4]

रेडियो-आवृत्ति इनपुट आवर्धक से आवर्धित रेडियो-आवृत्ति संकेतक आवृत्ति परिवर्तक को दिया जाता है और आवृत्ति माध्यमिक-आवृत्ति में, जो ग्राहक के लिए

1. Wafer Switching, 2. Series, 3. Turret Tuning, 4. Converter Oscillator.

चयन की जाती है, बदल दी जाती है। आवृत्ति-परिवर्तन प्राप्त करने हेतु स्थानिक-दोलनोत्पादक[1] उत्तेजक उपयुक्त होता है।

चित्र ६–१५. परिवर्तक ट्राओड T_1 और स्थानिक दोलनोत्पादक ट्राओड T_2 के साथ परिवर्तक-दोलनोत्पादक। R_0 भार-अवबाधा माध्यमिक आवृत्ति पर है।

ट्राओड और पेण्टोड परिवर्तक टेलीविज़न ग्राहकों में उपयुक्त होते हैं; यद्यपि ट्रॉओड अपने न्यून कोलाहल गुणांक के कारण ज्यादा प्रख्यात है। ट्रॉओड परिवर्तक और ट्रॉओड दोलनोत्पादक का परिपथ चित्र ६–१५ में दर्शित है। परिवर्तक नलिका T_1 ऋणाग्र प्रतिरोध R_1 द्वारा प्रवृत्त[2] होती है जो रेडियो आवृत्ति के हेतु प्रवृत्त होता है और C_1 द्वारा प्रवृत्त होता है। संकेत-आवृत्ति वोल्टता $L_2 C_2$ संकेत-परिपथ द्वारा ग्रिड व पृथ्वी के बीच दिया जाता है। यह परिपथ रेडियो आवृत्ति आवर्धक नलिका T_3 के प्लेट-युगल[3] प्रतिरोध R_2 द्वारा अवमन्दित[4] किया जा सकता है। T_1 का धनाग्र माध्यम आवृत्ति के लिए समस्वरित होता है। यह यहाँ पर युगल-परिपथ ट्रान्सफार्मर की पूर्ववर्ती की तरह दिखाया गया है जो द्वितीयक की तरफ अवमन्दित है जिससे समरूप वेन्ड-पास लक्षण प्राप्त हो सके।

दोलनोत्पादक नलिका T_2 कोल्पिट दोलनोत्पादक की तरह परिपथ में सम्बन्धित है जो पूर्व कैथोड फोलोअर[5] के अध्ययन में वर्णित थी। आवृत्ति मालूम करने वाला परिपथ L_3C_3 संकेतक आवृत्ति व माध्यमिक आवृत्ति के योग के बराबर आवृत्ति पर दोलन के हेतु समायोजित किया जाता है। ऋणाग्र प्रतिबंधी[6] L_1 इस प्रकार चयनित

1. Local Oscillator, 2. Biased, 3. Plate-coupling, 4. Damped, 5. Cathode-Follower, 6. Choke.

किया जाता है जो ऋणाग्र से पृथ्वी धारिता के साथ टेलीविज़न पट्ट के ऊपर अधिक से अधिक ऋणात्मक प्रतिकर्तृत्व उपस्थित कर सके। प्रायः यह प्रतिकर्तृत्व[1] इतना कम हो जाता है जो टेलीविज़न पट्ट की उच्च आवृत्ति की तरफ दोलनों को सहारा नहीं देता। इस कारण एक अन्य धारिता पर्याप्त उत्तेजक वोल्टता निश्चित करने हेतु ग्रिड व पृथ्वी के बीच लगाना आवश्यक हो सकता है। यह धारिता C_4 से प्रदर्शित है।

दोलनोत्पादक की उच्च आवृत्ति वोल्टता युगल धारिता C_5 द्वारा परिवर्तक ग्रिड से सम्बन्धित होती है। कट-ऑफ़[2] के कारण ग्रिड वोल्टता और प्लेट धारा में सीधा सम्बन्ध[3] न होने के कारण परिवर्तन हो जाता है। प्रवृत्त वोल्टता ऋणाग्र प्रवृत्त प्रतिरोध पर होती है।

परिवर्तक की दक्षता[4] परिवर्तक ग्रिड पर दोलनोत्पादक की वोल्टता के आयाम[5] पर आश्रित है। जैसे-जैसे उत्तेजक बढ़ाया जाता है, वैसे-वैसे आउट-पुट बढ़ता है। ऋणाग्र प्रवृत्त प्रतिरोध के मान की निम्नलिखित की भाँति गणना करते हैं। चित्र में ip व eg का सम्बन्ध किसी निश्चित प्लेट वोल्टता पर परिवर्तक नलिका के लिए दर्शित है। माना—Ec कट-ऑफ वोल्टता है और शून्य ग्रिड वोल्टता पर प्लेट धारा

चित्र ६–१६. परिवर्तक की कार्यक्षमता की गणना हेतु ट्राओड की ग्रिड वोल्टता व प्लेट धारा लाक्षणिक।

I_{max} है। माना g प्रवृत्ति कट-आफ पर है और दोलनोत्पादक की वोल्टता के शृंग[6] पर प्लेट धारा अधिकतम मान I_{max} है। तब चित्र ६–१६ को सीधा वक्र मानकर औसत धारा बहाव[7]

1. Reactance, 2. Cut-off, 3. Linear, 4. Efficiency, 5. Amplitude, 6. Crest, 7. Flow.

$$I_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} I_{max} \sin \phi d\phi$$

$$= \frac{I_{max}}{2\pi}\Big[-\cos \phi\Big]_0^{\pi} = \frac{I_{max}}{\pi} \quad (६–१३४)$$

अतः ऋणाग्र प्रतिरोध का मान

$$R_1 = \frac{Ec}{I_0} = \frac{Ec\ \pi}{I_{max}} \quad (६–१३५)$$

होना चाहिए।

उदाहरणतः 6AU6 जो ट्राओड की भाँति सम्बन्धित है। १५० वोल्ट प्लेट वोल्टता पर $e_g = 0$ के लिए प्लेट धारा 22ma रखता है। ग्रिड कट-ऑफ़ वोल्टता करीब करीब –४ वोल्ट है। अतः समीकरण (६–१३५) से ऋणाग्र प्रतिरोध

$$R_1 = \frac{4\pi}{0\cdot022} = 570 \text{ ओम} \quad (६—१३६)$$

होना चाहिए।

समी० (६–१३४) से D. C. प्लेट धारा

$$I_0 = \frac{I_{max}}{\pi} = \frac{0\cdot022}{\pi} = 0\cdot007 \text{ अम्पीयर} \quad (६—१३७)$$

दोलनोत्पादक वोल्टता के वर्ग के औसत का वर्गमूल

$$e_{osc} = \frac{Ec}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\cdot83 \text{ वोल्ट rms} \quad (६—१३८)$$

ट्राओड का परिवर्तक लाभ निकालने के हेतु माना कि ट्राओड ग्रिड वोल्टता के दो अवयव हैं अतः

$$e_g = E_0 \sin \omega_0 t + Es \sin \omega_s t \quad (६—१३९)$$

जहाँ $E_0 \sin \omega_0 t$ = दोलनोत्पादक वोल्टता

$Es \text{ Sin } \omega_s t$ = संकेतक वोल्टता

किसी भी समय जब दोनों वोल्टताएँ एक ही कला[1] में होती हैं, इस कारण शीर्ष[2] पर

$$e_{g1} = E_0 + Es \quad (६—१४०)$$

1. Phase, 2. Peak.

जब कि उसके बाद किसी समय विपरीत कला में हो, उस समय शीर्ष पर

$$e_{g2}=E_0-Es \qquad (६—१४१)$$

अतः I_0 पूर्व माने हुए मान से उच्चावयन[1] वास्तव में करती है। शीर्षान्तर[2] माध्यम आवृत्ति के शीर्ष से शीर्ष तक प्लेट धारा के बराबर है अतः

$$i_p=\frac{1}{2\sqrt{2}}\left(\frac{I_{max}}{\pi}\right)\left[\frac{E_0+Es}{E_0}-\frac{E_0-Es}{E_0}\right]$$

$$=\frac{I_{max}\,Es}{\pi\sqrt{2}\,E_0} \qquad (६—१४२)$$

परन्तु $I_{max}=E_b/r_p$ इसलिए

$$i_p=\frac{E_b Es}{r_p\pi\sqrt{2}E_0} \qquad (६—१४३)$$

और $E_b/E_0=\mu$ इसलिए

$$i_p=\frac{\mu Es}{r_p\pi\sqrt{2}} \qquad (६—१४४)$$

परन्तु $Es=\sqrt{2}e_s$ इसलिए

$$i_p=\frac{\mu e_s}{r_p\pi} \qquad (६—१४५)$$

यदि यह माध्यम-आवृति धारा बाह्य अवबाधा R_0 ओम में प्रभावित होती है, तो माध्यम-आवृति वोल्टता

$$e_if=\frac{\mu R_0 e_s}{\pi(r_p+R_0)} \qquad (६—१४६)$$

जिससे यह प्रत्यक्ष है कि परिवर्तन लाभ उस नलिका को आवर्धक की भाँति प्रयोग में लाने के लाभ से $1/\pi$ गुना है। यह निश्चित होना चाहिए कि यह समीकरण परिवर्तक के क वर्ग ब[3] में उपयोग करते समय प्रयुक्त होता है। माध्यम-आवृत्ति विकास की पुनः गणना के लिए अन्य प्रवर्तक-शर्तों की आवश्यकता होगी। मानी हुई अवस्थाओं में कार्यान्वित 6AU6 के लिए $\mu=36$ और प्लेट प्रतिरोध=८००० ओम इसलिए २०००ओम पर काम करने पर, परिवर्तक लाभ

$$\frac{e_{if}}{e_s}=\frac{\mu R_0}{\pi(r_p+R_0)}=\frac{36\times 2000}{\pi(8000+2000)}=2\cdot3 \qquad (६—१४७)$$

1. Fluctuations, 2. Peak difference, 3. Class B.

पेण्टोड परिवर्तक के लिए भी परिवर्तक लाभ करीब इतना ही होगा सिर्फ इसके लिए लाभ-समीकरण $r_2 \ll R_0$ होने के कारण

$$\frac{e_{if}}{e_s} = \frac{g_m R_0}{\pi} \qquad (६–१४८)$$

होता है।

पेण्टोड की भाँति 6AU6 जो औसत पारस्परिक चालकता ३६०० माइक्रोमोज़ और शीर्ष प्लेट धारा १७ मि० अम्पीयर रखता है, जब परिवर्तक की भाँति कार्यान्वित किया जाता है तो उसके लिए परिवर्तक चालकता $\frac{3600}{\pi} = 1{,}140$ माइक्रोमोज़ होगी और २००० ओम भार के लिए परिवर्तक लाभ

$$\frac{e_{if}}{e_s} = \frac{3600 \times 10^{-6} \times 2000}{\pi} = 2{\cdot}29 \qquad (६–१४९)$$

होगा।

इस तरह एक ही नलिका को ट्राओड या पेण्टोड की तरह प्रयुक्त करने में कोई अन्तर नहीं है क्योंकि करीब-करीब दोनों से बराबर लाभ प्राप्त होता है।

दोलनोत्पादक और परिवर्तक ग्रिड का समस्वरित परिपथ शुद्ध टेलीविज़न सरणि के लिए पूर्व रेडियो-आवृत्ति आवर्धक में वर्णित विधियों द्वारा समायोजित किया जा सकता है।

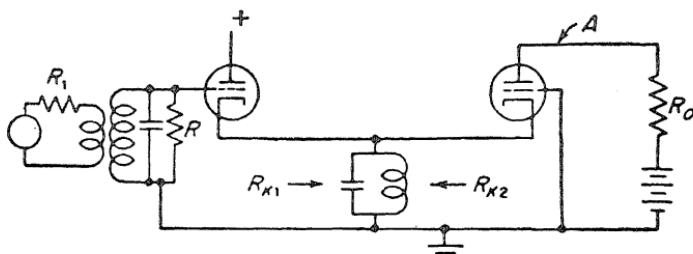
युगल धारिता C_5 का मान जो दोलनोत्पादक और परिवर्तक परिपथों के बीच है दोलनों के आयाम, परिवर्तक ग्रिड पर आवश्यकीय आयाम, और C_2 के मान द्वारा, जो परिवर्तक के शण्ट-समस्वरित परिपथ में प्रभावशील धारिता है, मालूम किया जाता है। चूँकि दोलनोत्पादक परिवर्तक-समस्वरित आवृत्ति से बहुत उच्च आवृत्ति पर कार्यान्वित होता है इसलिए सब कार्यान्वित उद्देश्यों के लिए परिवर्तक इनपुट परिपथ अवबाधा अधिकतर धारिता प्रतिकर्तृत्व द्वारा मालूम की जाती है। इस तरह युगल धारिता

$$C_5 = \frac{C_2}{\frac{e_{00}}{e_{0e}} - 1} \qquad (६–१५०)$$

जहाँ e_{00} = दोलक आयाम

$e_{0e} = C_2$ पर दोलनोत्पादक वोल्टता का आयाम

इस तरह यदि $C_2 = 10$ माइक्रो माइक्रो फैराड

$e_{0e} = 4$ वोल्ट और

$e_{00} = 24$ वोल्ट

$$C_5 = \frac{10^{-11}}{\frac{24}{4} - 1} = \frac{10^{-11}}{6 - 1} = 2 \times 10^{-12} \text{ फैराड}$$

$= 2$ माइक्रो फैराड (६–१५१)

प्रश्नावली

६.१ दो 6AB4 नलिका रेडियो-आवृति आवर्धक में निम्न तरह सम्बन्धित हैं। इन-पुट ट्रान्सफार्मर प्रथम नलिका की ग्रिड व पृथ्वी से सम्बन्धित है। प्रथम नलिका कैथोड-फालोअर की भाँति सम्बन्धित है और द्वितीय नलिका को पृथ्वी सम्बन्धित आवर्धक की तरह चलाती है। नलिका व परिपथ के आवश्यकीय तत्त्व निम्नलिखित हैं:

चित्र ६–१७

$\mu = 60$

$r_p = 10{\cdot}900$

$R_d = 1{,}530$ ओम

$Rs = 1{,}530$ ओम

$R_1 = 1{,}530$ ओम

ट्रान्सफार्मर अनुपात $= 1:1$

जहाँ R_d द्वितीय नलिका की प्लेट पर अवरोधक[1] प्रतिरोध है या r_{p2}[1] के समानान्तर क्रम में R_0 है। Rs प्रथम नलिका का ग्रिड पर अवरोधक प्रतिरोध है।

सम्मिलित ऋणाग्र परिपथ शण्ट समस्वरित परिपथ द्वारा कार्यान्वित आवृत्ति पर विस्तृत रूप से समस्वरित है।

1. Damping.

(a) R_0 में कोलाहल की उपेक्षा करते हुए अनुच्च आवृत्ति पर कोलाहल गुणांक की गणना करो जहाँ संक्रमण-समय प्रतिरोध को, बिन्दु A पर कोलाहल वोल्टताएँ एकत्रित कर, अनन्त मान सकते हैं।

उत्तर (a) 6·4 db

६.२. एक 6AB4 ट्राओड सम्मिलित ग्रिड और ऋणाग्र पोषित परिपथ में रेडियो आवृत्ति आवर्धक की भाँति सम्बन्धित है जैसा चित्र ६–९ में दर्शित है, इसमें सिर्फ स्क्रीन ग्रिड नहीं है।

नलिका व परिपथ के आवश्यकीय तत्त्व निम्न हैं:

$\mu = 60$

$r_p = 10·900$

$R_\theta = 70$Mc पर 12,800

$R_\theta = 195$Mc पर 1600

$R_d = 1530$ ओम

पृथ्वी सम्बन्धित सेण्टर-टेप ट्रान्सफार्मर का ट्रान्सफर अनुपात 1:1

R_d नलिका की प्लेट पर अवरोधक प्रतिरोध है या $r_p{}^1$ के समानान्तर में R_0 है जहाँ $r_p{}^1$ आभासी नलिका प्लेट प्रतिरोध है। R_1 सम्पूर्ण द्वितीयक पर प्रभावकारी प्रतिरोध के बराबर समायोजित किया जाता है जिससे तुल्यता प्राप्त हो।

(a) 70Mc की रेडियो आवृत्ति के लिए R_0 में कोलाहल की उपेक्षा करते हुए बिन्दु A पर कोलाहल वोल्टताओं को एकत्रित करते हुए कोलाहल गुणांक की गणना करो।

(b) 195Mc रेडियो आवृति के लिए भी निकालो।

उत्तर

(a) 2·9 db

(b) 6·76 db

अध्याय ७

माध्यमिक-आवृत्ति प्रवर्धक

(Intermediate-Frequency Amplifiers)

७–१. साधारण विवरण

माध्यमिक-आवृत्ति प्रवर्धक की बनावट के विषय में उत्तर देने के लिए अनेक प्रश्न हैं। उनमें से कुछ प्रश्न निम्नलिखित हैं:

१. प्रवर्धक का पूर्ण लाभ[१] क्या होना चाहिए ?

२. सर्वाधिक इच्छित i-f आवृत्ति क्या है ?

(अ) प्रतिबिम्ब तनुकरण[२] की दृष्टि से ?

(ब) प्रत्यक्ष i-f व्यतिकरण[३] से ?

(स) i-f प्रसंवादी[४] की दृष्टि से ?

(द) वरण-क्षमता[५] से ?

(य) लाभ[६] से ?

(फ) स्थायित्व[७] से ?

३. अन्तर नलिका[८] विद्युत चक्रों के लिए कौन सा रूप अत्युत्तम है ?

७–२. पूर्णलाभ विवरण

माध्यमिक आवृत्ति तथा वीडियो[९] आवृत्ति प्रवर्धकों के मध्य द्वितीय परिचायक[१०] विभाजक बिन्दु है। द्वितीय परिचायक पर एक बार स्तर[११] मान लेने से दोनों प्रवर्धकों का निर्माण किया जा सकता है। द्वितीय परिचायक पर एक सुविधाजनक स्तर यह है कि जिससे i-f तथा वीडियो आवृत्ति लाभ के अत्यधिक मान की आवश्यकता कम से कम हो जाय। स्पष्ट है कि यह स्तर काफी अधिक ऊँचा होना चाहिए जिससे रैखिक-परिचयन[१२] प्राप्त हो सके तथा वर्ग-नियम[१३] परिचयन न हो। अतएव इस बात

1. Over-all gain, 2. Attenuation, 3. Interference, 4. Harmonics 5. Selectivity, 6. Gain, 7. Stability, 8. Intertube, 9. Video, 10. Detector, 11. Level, 12. Linear detection, 13. Square law.

की आवश्यकता होगी कि यह स्तर १ वोल्ट या अधिक, अच्छा हो, २ वोल्ट रखा जाय, क्योंकि श्वेत-शिखाओं[1] पर संकेत लेविल काली लेबिल का केवल १०% ही गिरे। इस प्रकार केवल ०·२ वोल्ट की वोल्टता ही शेष रह जाती है, जो मुश्किल से रैखिक विस्तार में होती है। एक-दो वोल्ट संकेत को २५ गुने वीडियो आवृत्ति प्रवर्धन की आवश्यकता होती है जिससे प्रतिबिम्ब ट्यूब के उचित रूप से कार्य करने के लिए स्तर का मान सन्तोषजनक हो जाय। प्रतिबिम्ब ट्यूब को अधिक से अधिक प्रयुक्त हो सकने वाला भेद[2] पैदा करने के लिए ५० वोल्ट के संकेत की आवश्यकता होती है। इसलिए यह माना जायेगा कि कालान्तर दो वोल्ट उत्पन्न करता है। क्योंकि i-f प्रवर्धक का प्रतिक्रिया-लाक्षणिक[3] ऐसा होता है कि वाहक[4] पूर्ण वरण क्षमता वक्र के बगल वाले ढाल[5] के आधे भाग से नीचे होता है, अतएव वक्र के चौरस भाग में आउट-पुट ४ वोल्ट होगी। एक १००% दक्ष परिचायक के लिए ४ वोल्ट की आउट-पुट देने के लिए २·८ वोल्ट (rms) की आवश्यकता पड़ेगी। लेकिन परिचायक की दक्षता ५०% या ६०% से अधिक नहीं होती (जैसा कि बाद में पता चलेगा) अतएव परि-चायक बिन्दु पर लगभग ५ वोल्ट rms की आवश्यकता होती है।

इसके पश्चात् इस बात के निर्णय की आवश्यकता है कि न्यूनातिन्यून मान्य प्रतिबिम्ब के लिए एण्टिना संकेत का क्या स्तर होना चाहिए? सम्भवतः इस प्रश्न का उत्तम समाधान यह निर्णय करने से होगा कि संकेत की बिलकुल अनुपस्थिति में प्रति-बिम्ब ट्यूब की ग्रिड पर कितना कोलाहल-संकेत[6] इच्छित है। साधारण प्रतिबिम्ब संकेत का २५% कोलाहल स्तर प्रयोग किया जा सकता है। उस समय ग्राहक प्रति-बिम्ब तथा कोलाहल के ४:१ के अनुपात के स्तर तक के प्रतिबिम्बों को ग्रहण कर सकता है। यह सम्भव नहीं है कि इससे अधिक कोलाहल वाला प्रतिबिम्ब दर्शकों को कभी भी सहनीय होगा, चाहे प्रोग्राम कितना ही मनोरंजन वाला क्यों न हो।

एण्टिना प्रतिरोध में उपस्थित कोलाहल वोल्टता निम्नलिखित से प्रदर्शित होती है

$$E_{na} = 1{\cdot}28\sqrt{RF}\,10^{-10} \text{ वोल्ट (आदर्श)} \qquad (७—१)$$

लेकिन ट्यूब कोलाहल इस पद्धति में प्रवेश कर जाता है तथा एण्टिना पर एक व्यक्त कोलाहल संकेत उत्पन्न करता है जो इस स्तर से अधिक होता है, यदि इन-पुट चक्र में प्रतिक्रिया वक्र के चौरस भाग में संकेत तथा कोलाहल के अनुपात को वोल्टता के

1. Peakwhites, 2. Contrast, 3. Response Characteristic, 4. Carrier, 5. Slope, 6. Noise signal.

आधार पर S/N से व्यक्त किया जाय तो व्यक्त एण्टिना कोलाहल वोल्टता निम्नलिखित हो जाती है—

$$E_{na}=1{\cdot}28\ (N/S)\sqrt{RF}\ 10^{-10}\ \text{वोल्ट (वास्तविक)} \qquad (७—२)$$

पूर्णरूपेण मैच करने वाली पद्धति में, इस वोल्टता की आधी ग्राहक के एण्टिना सिरों में प्रकट होती है। इस प्रकार

$$E_{nr}=0{\cdot}64\ (N/S)\sqrt{RF}\ 10^{-10}\ \text{वोल्ट} \qquad (७—३)$$

यदि वोल्टता लाभ के आधार पर, एण्टिना के सिरों से द्वितीय परिचायक इनपुट तक ग्राहक का लाभ μ_0 हो तो

$$\mu_0=\mu_1\,\mu_2\,\mu_3 \qquad (७—४)$$

जहाँ μ_1=r-f प्रवर्धक लाभ

μ_2=प्रथम परिचायक व परिवर्तन[1] लाभ

μ_3=प्रतिक्रिया के चौरस भाग में i-f प्रवर्धक लाभ

द्वितीय परिचायक की इनपुट वोल्टता को kE_d कहने पर यह स्पष्ट है कि

$$kE_d=(\mu_1\mu_2\mu_3)[0{\cdot}64(N/S)\sqrt{RF}\times 10^{-10} \qquad (७—५)$$

तब i-f लाभ के लिए हल करने से

$$\mu_3=\frac{1{\cdot}56kE_d\ (S/N)\ 10^{10}}{\mu_1\mu_2\sqrt{RF}} \qquad (७—६)$$

पहले के विश्लेषण में प्राप्त अंकों के क्रम के अंक इस्तेमाल करके एक उदाहरण विशेष को हल किया जा सकता है।

$\mu_1=6$

$\mu_2=2{\cdot}3$

k=०·२५ (यह पूर्ण भेद[2] के लिए उपयुक्त वीडियो-संकेत आयाम[3] के सापेक्ष संकेत की अनुपस्थिति में कोलाहल आयाम है।)

R=300 ओम

$F=4\times10^{-6}$

$E_d=5$

S/N=0·4 (जो कि–८ डैसीवल (db) है)

1. Conversion, 2. Full contrast, 3. Amplitude.

तब

$$\mu_3 = \frac{1{\cdot}56 \times 0{\cdot}25 \times 5 \times 0{\cdot}4 \times 10^{10}}{6 \times 2{\cdot}3\sqrt{300 \times 4 \times 10^6}} = 16{,}700 \qquad (७—७)$$

इसके अतिरिक्त यदि एक और r-f पद[1] प्रयुक्त किया गया है तो μ_1 ३६ के बराबर हो सकता है, उस दशा में

$$\mu_3 = 2{,}780 \qquad (७—८)$$

तीन i-f पद, जिनमें से प्रत्येक का लाभ १४ हो, मिलकर पूर्ण लाभ २,७८० देंगे।

अब प्रतिविम्ब ट्यूब पर साधारण संकेत[2] को उत्पन्न करने के लिए ग्राहक के इनपुट सिरों पर संकेत के आयाम के लिए हल करेंगे। क्योंकि एण्टिना के सिरों से परिचायक तक ग्राहक का सम्पूर्ण लाभ μ_0 है अतः आवश्यक एण्टिना संकेत निम्न है:

$$Esa = \frac{2\,E_d}{\mu_0} = \frac{2\,E_d}{\mu_1\mu_2\mu_3} \quad \text{(काला स्तर)} \qquad (७—९)$$

i-f वाहक तनुकरण[3] के कारण गुणक २ को लिया गया है। उक्त उदाहरण में μ_1=३६, μ_2=२·३, μ_3=२,७८० तथा E_d=५ वोल्ट; अतएव

$$Esa = \frac{2 \times 5}{36 \times 2{\cdot}3 \times 2{,}780} = 43{\cdot}4 \times 10^{-6} \text{ वोल्ट (काला स्तर)} \qquad (७—१०)$$

समीकरण (७–५) को $\mu_1\ \mu_2\ \mu_3$ के लिए हल करके प्राप्त फल को समीकरण (७–९) में स्थापित करके Esa के लिए एक अन्य हल प्राप्त किया जा सकता है। इस दशा में

$$Esa = \frac{1{\cdot}28\sqrt{RF} \times 10^{-10}}{k(S/N)} \quad \text{(काला स्तर)} \qquad (७—११)$$

पद k को वीडियो कोलाहल से वीडियो का अनुपात या n/v ख्याल किया जा सकता है। अतः समीकरण (७–११) को निम्न रूप में लिखा जा सकता है:

$$Esa = \frac{1{\cdot}28(v/n)\sqrt{RF}\ 10^{-10}}{S/N} \quad \text{(काला स्तर)} \qquad (७—१२)$$

इस प्रकार जितना अधिक श्रेष्ठता प्रतिबिम्ब v/n होगा, उतनी ही अधिक एण्टिना संकेत वोल्टता की आवश्यकता होती है या ऐसे इनपुट चक्रों की आवश्यकता होती है जिनमें संकेत-कोलाहल अनुपात S/N अच्छा हो। यह ध्यान रखने योग्य बात है कि केवल

1. Stage, 2. Normal, 3. Attenuation.

S/N में सुधार करना ही पर्याप्त नहीं, ग्राहकलाभ को भी तदनुसार वढ़ाना चाहिए जैसा कि समीकरण (७–६) से स्पष्ट है। सब समीकरणों में यह मान लिया गया है कि प्रेषक १००% मूर्च्छना[1] कर रहा है अर्थात् काले स्तर से शून्य वाहक तक (सर्वाधिक श्वेत स्तर)। यदि मूर्च्छना का यह मान न प्राप्त हो सके तो Esa के सम्पूर्ण हलों को मूर्च्छना-सूची N को सम्मिलित करके परिवर्तित करना चाहिए। क्योंकि M के घटने से Esa बढ़ेगा। अतः Esa के प्रत्येक हल के दायीं ओर के व्यंजक को M से भाग कर देना चाहिए।

उपर्युक्त अध्ययन से व्यापक सारांश यह निकलता है कि i-f प्रवर्धक को १,००० से २०,००० तक का लाभ प्रदान करना चाहिए जो r-f लाभ तथा S/N और v/n अनुपातों पर निर्भर करेगा। इनमें से कोई भी काफी विस्तृत सीमाओं में परिवर्तित हो सकता है।

७–३. प्रतिबिम्ब तनुकरण की दृष्टि से i-f आवृत्ति का चुनाव

माध्यमिक आवृत्तियों के लिए एक विशेष आवृत्ति पट्ट चुनने के लिए कम से कम ६ बातों का ध्यान रखना चाहिए। इनमें से एक तो चुनी हुई i-f आवृत्ति का प्रतिबिम्ब तनुकरण पर प्रभाव है। सुपरहिट्रोडायन[2] ग्राहकों में प्रतिबिम्ब संकेत आवृत्ति पट्ट वह आवृत्ति समुदाय होता है जो कि इच्छित संकेत पट्ट से प्राप्त दोलक[3] आवृत्ति के दूसरी ओर उसके दर्पण 'प्रतिबिम्ब' की भाँति होता है। इस प्रकार F_0 पर एक दोलक के लिए इच्छित चैनल RFs के लिए 'प्रतिबिम्ब' पट्ट निम्नलिखित हो जायेगा।

$$RFim = (F_0 - RFs) + F_0$$

$$= 2F_0 - RFs \qquad (७—१३)$$

उदाहरण के लिए, यदि RFs=76 से 82Mc तथा F_0=102Mc तो प्रतिबिम्ब आवृत्ति पट्ट निम्न होगा

$$RFim = 2 \times 102 - (76 \text{ से } 82)$$

$$= 204 - (76 \text{ से } 82) = 128 \text{ से } 122Mc \qquad (७–१४)$$

वास्तव में i-f पट्ट

$$if = F_0 - RFs \text{ है} \qquad (७—१५)$$

1. Modulation, 2. Superheterodyne, 3. Oscillator.

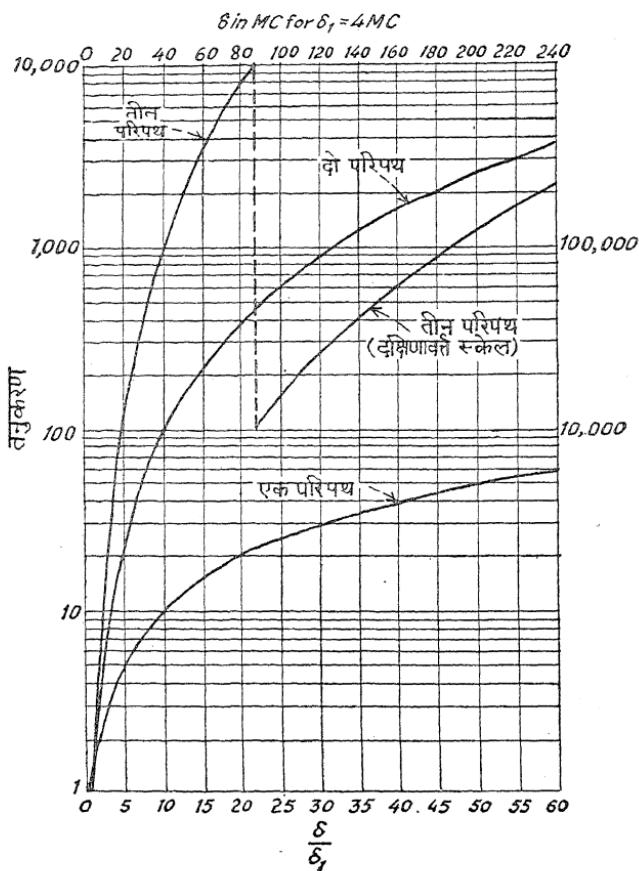
जो कि उक्त उदाहरण में

$$if = 102 - (76 \text{ से } 82)$$

$$= 26 \text{ से } 20 \text{ Mc हुआ} \qquad (७—१६)$$

साधारणतया जितना अधिक i-f होता है उतना ही अधिक प्रतिबिम्ब तनुकरण[1] हो जाता है। क्योंकि प्रतिबिम्ब आवृत्ति पट्ट इच्छित संकेत पट्ट से परे हटता जाता है, जिससे कि r-f प्रवर्धक तथा r-f परिवर्तक[2] चक्र समस्वरित[3] किये जाते हैं तथा चक्र की वरण-क्षमताएँ[4] अनिच्छित प्रतिबिम्ब पट्ट को अधिक प्रभावशाली रीति से तन्वित[5] करती हैं। इस बात का स्पष्ट रूप से निर्णय करने के लिए कि किसी इच्छित प्रतिबिम्ब तनुकरण को, जो आवश्यकीय समझा जाता है, प्राप्त करने के लिए किस i-f पट्ट की आवश्यकता पड़ती है, ऐसे r-f चक्रों की वरण-क्षमताओं का अध्ययन करना आवश्यक है, जिनके साथ एक, दो तथा तीन समस्वरित चक्र हों।

यदि प्रत्येक समस्वरित चक्र का सर्वाधिक उपयोग किया जाय, तो यह दिखलाया जा सकता है कि केवल एक शिखा[6] वाले वरण क्षमता वक्रों के लिए औचित्य[7] पद्धति का तनुकरण निम्न समीकरण से प्रदर्शित होता है:

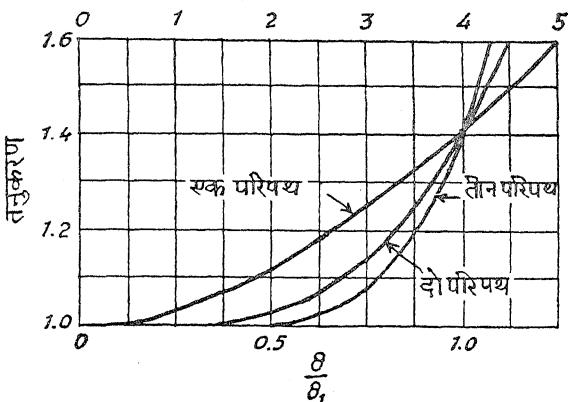
$$A = \sqrt{1 + \left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^{2n}} \qquad (७—१७)$$

जिसमें δ = मध्यवर्ती[8] आवृत्ति तथा उस आवृत्ति का अन्तर है, जिसके लिए क्षीणता की गणना की जाने वाली है

δ_1 = मध्यवर्ती आवृत्ति तथा उस आवृत्ति का अन्तर है, जो कुल मिलाकर १·४१४ या $\sqrt{2}$ का तनुकरण प्रदान करती है।

n = समस्वरित चक्रों की संख्या

साधारणतया यह अच्छा समझा जाता है कि चैनल की किनारे की आवृत्तियों की अपेक्षा $\sqrt{2}$ बिन्दु को पट्ट के मध्य से 1/3 बाहर की ओर दूर चुनते हैं जिससे समस्वरण की कमी या ट्यूब के बदलने इत्यादि के कारण संकेत पट्ट में अनुचित तनुकरण न होने पाये। क्योंकि चैनल का किनारा मध्य से 3Mc होता है अतएव δ_1 के लिए 4Mc का मान निर्देशित किया जाता है।

1. Attenuation, 2. Converter, 3. Tuned 4. Selectivities, 5. Attenuate, 6. Peak, 7. Optimised, 8. Centre.

चित्र ७–१. उच्चतम वर्णक्षमता के लिए चुने हुए एक, दो तथा तीन समस्वरित चक्रों की वर्ण क्षमताएँ। किसी भी समंजन का कुल तनुकरण $\sqrt{2}$ रख लिया गया है जब $\delta/\delta_1=1\cdot0$ है।

δ_1 के इस मान पर आधारित तनुकरण वक्र चित्र ७–१ में बनाये गये हैं। $\delta_1=1\cdot0$ से सम्बन्धित मानों को एक दूसरे x-भुजाक्ष में शामिल करके वक्रों को व्यापक बना दिया गया है।

वर्धित रूप में वक्रों का एक समुदाय चित्र ७–२ में प्रदर्शित किया गया है जो 4Mc (या $\delta/\delta=1$) तक को सम्मिलित करता है। यह देखा जायेगा कि चैनल के किनारे पर या जहाँ $\delta=3$Mc वहाँ दोनों द्वि तथा त्रि-चक्रीय कुल

तनुकरण वक्र इच्छित संकेत वोल्टताओं को केवल थोड़ा सा तनुकरण प्रदान करते हैं।

चित्र ७–१ के निरीक्षण से निम्नलिखित बातें स्पष्ट होती हैं; यदि i-f पट्ट २२ तथा २७ Mc के बीच हो, तो पहले RMA प्रमाण के अनुसार १,३०० से २,२०० गुना या ६२ से ६७ db का तनुकरण प्रदान करने के लिए तीन समस्वरित चक्रों की आवश्यकता पड़ती है। चैनल २ पर FM प्रेषक स्टेशनों से कुछ क्षेत्रों में प्रतिबिम्ब व्यतिकरण से बचने के लिए इतने तनुकरण की आवश्यकता पड़ती है। इसके अतिरिक्त नये i-f का ४१ से ४७ Mc मान उन्हीं तीन चक्रों के लिए १०,००० से १२,००० गुना या ८० से ८१·५ db का प्रतिबिम्ब तनुकरण पैदा करता है।

चित्र ७–२. निम्न तनुकरण क्षेत्र A=1·0 से A=1·6 में चित्र ७-१ के वर्धित वक्र।

दो समस्वरित चक्र ४५० से ५५० गुना या ५३ से ५५db का प्रतिबिम्ब तनुकरण पैदा करते हैं, क्योंकि अधिक शक्तिशाली प्रेषक यंत्र प्रतिबिम्ब आवृति पर नहीं होते, दो चक्रों के साथ कार्य करना तथा सन्तोषजनक फल प्राप्त करना सम्भव है। केवल एक ही चक्र से अच्छी कार्यविधि प्राप्त करने का प्रयत्न असफल ही रहेगा क्योंकि १२०Mc के i-f मान से भी केवल ६० गुना या ३७·५ db का प्रतिबिम्ब तनुकरण प्राप्त होगा। इस प्रकार यह सारांश निकाला जा सकता है कि प्रतिबिम्ब तनुकरण की दृष्टि से ४१ से ४७Mc का i-f मान सर्वश्रेष्ठ रहेगा।

७–४. प्रत्यक्ष I-f व्यतिकरण की दृष्टि से I-f का चुनाव

i-f पट्ट में रेडियो प्रेषक या रेडियो व्यतिकरण इतनी अधिक तीव्रता का हो सकता है कि सुपर हैट्रोडायन कार्य विधि से बिना i-f में परिवर्तित हुए ही ग्राहक में सीधे ही ग्राहित[1] हो जाय। यदि परिवर्तक[2] सन्तुलित[3] न हो तो यह साधारण परिवर्तन की अपेक्षा i-f पर π गुना अच्छा प्रवर्धन करेगा। अतः इस प्रकार का व्यतिकरण तत्सम्बन्धित प्रतिबिम्ब की अपेक्षा π गुना या १० db कम तन्वित हो।

यह प्रत्यक्ष i-f व्यतिकरण उस समय अधिक होता है जब ग्राहक को i-f पट्ट के निकट वाली चैनल को ग्राहित करने के लिए समंजित कर दिया जाता है। ४५Mc की i-f के नीचे, वह चैनल जिसमें प्रत्यक्ष i-f व्यतिकरण की सबसे अधिक सम्भावना रहती है, चैनल दो ५४ से ६०Mc विस्तार में है। अतएव व्यापक रूप से सर्वोत्तम i-f यथासम्भव कम से कम होनी चाहिए, क्योंकि वह संकेत पट्ट से अधिक दूर होगी। किसी निर्णय पर आने के पहले कुछ और बातों पर भी ध्यान देना आवश्यक है। इनमें से एक तो i-f के कम मान का प्रतिबिम्ब व्यतिकरण पर प्रभाव देखना है। दूसरा चुने हुए वर्ण-क्रम[4] में व्यतिकरण का चलन देखना है। किसी समय इस दृष्टि से २२ से २७Mc का i-f पट्ट अच्छा समझा जाता था, लेकिन शीघ्र ही इसका उपयोग नवशिक्षित[5] प्रेषकों तथा द्वि-ऊष्मिक[6] और रेडियो-आवृति ऊष्मक यंत्रों में होने वाला है अतः अब यह एक अच्छा पट्ट नहीं रहा है। चित्र ७–१ के वक्रों का उपयोग करके यह देखा जाता है कि २२ से २७Mc पट्ट जो, मध्यमान रूप से, चैनल २ के मध्य बिन्दु से लगभग ३३Mc नीचे पड़ता है, वह करीब ६०० गुना या ५५db तक होता है जब कि तीन समस्वरित चक्रों का उपयोग किया जाता है। लेकिन परिवर्तक-सुग्राहिता[7] के कारण यह १०db कम रह जाता है जिससे कुल तनुकरण केवल ४५db प्राप्त होता है। दो r-f समस्वरित चक्र केवल ७० गुना या ३७db समस्वरित-चक्र तथा २७db पूर्ण प्रभावकारी भेद[8] प्रदान करते हैं। ४१ से ४७Mc के i-f पट्ट की मध्यवर्ती आवृति संकेत पट्ट के मध्य बिन्दु से केवल १३Mc नीची होती है। i-f का कुल तनुकरण, परिवर्तक सुग्राहिता को शामिल करके, तीन समस्वरित चक्रों के लिए १९db तथा दो समस्वरित चक्रों के लिए ११db होता है यदि i-f पर कुछ भी विकिरण[9] होता हो तो इन दोनों में से कोई अंक भी उपयुक्त नहीं है।

सौभाग्यवश i-f पट्ट तथा प्रतिबिम्ब पट्ट में इतना अन्तर होता है कि सब चैनलों

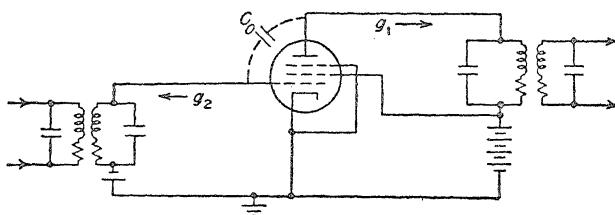
1. Pickup, 2. Converter, 3. Balanced, 4. Spectrum, 5. Amateur, 6. Diathermy, 7. Converter Sensitivity, 8. Discrimination, 9. Radiation.

के लिए i-f का मान वही रहता है लेकिन प्रतिबिम्ब पट्ट प्रत्येक चैनल के लिए परि-वर्तित हो जाता है। इस प्रकार के कूट[1] या फिल्टर चक्र की रचना की जा सकती है जिससे i-f का अतिरिक्त तनुकरण हो सके। इस प्रकार के चक्रों को ग्राहक में एण्टिना के सिरों तथा पहले ट्यूब की इनपुट के बीच बनाया जा सकता है। एक साधारण उच्च-पथ[2] फिल्टर, जो प्रथम चैनल की नीची किनार पर काट सके, उपयुक्त होगा। फिल्टर नियतांक[3]–k किस्म का, m-व्युत्पन्न किस्म का या मिश्रित फिल्टर हो सकता है। अन्तिम प्रकार के फिल्टर का निर्माण m-व्युत्पन्न में समाप्त होने वाले अर्ध परिच्छेदों से किया जा सकता है जिससे प्रेषण पट्ट के अधिक भाग पर समाप्ति-सिरे[4] के प्रतिरोध से अच्छा मैच[5] प्रदान कर सके। इस प्रकार के फिल्टर को कट-ऑफ़ आवृति ५४Mc रखकर तथा अनन्त तन्वित आवृति ४३Mc रखकर बनाया जा सकता है जो ०·६m = होने पर प्राप्त होती है।

इस प्रत्येक बात पर विचार करके तथा प्रत्येक आवृत्ति पर समान व्यतिकरण होने पर; यदि केवल प्रत्यक्ष i-f व्यतिकरण का सवाल हो तो कम i-f का चुनाव अच्छा समझा जाता है। २२ से २७Mc का पुराना प्रमाण ही अच्छा समझा जाता है।

७—५. उपलब्ध वरण-क्षमता[6] की दृष्टि से If का चुनाव

वरण क्षमता के पूर्व अध्ययन से यह पता चलता है कि वास्तविक समस्वरित चक्र आवृति कोई अवयव[7] न थी अपितु वरण-क्षमता केवल पट्ट की चौड़ाई पर ही निर्भर करती है। यही एक आवश्यकीय नियम है, जिससे आवृत्ति के बढ़ने पर आवश्यक Q's प्राप्त हो जाते हैं। अतएव यह निष्कर्ष निकालना चाहिए कि जहाँ तक केवल वरण-क्षमता का प्रश्न है, कोई विशेष इच्छित i-f नहीं है।

७—६. उपलब्ध लाभ[8] तथा स्थायित्व[9] की दृष्टि से If का चुनाव

व्यापक रूप से यह कहा जा सकता है कि जितनी कम i-f होगी उतना ही अधिक पूर्ण प्रवर्धक से प्राप्त हो सकने वाला लाभ तथा स्थायित्व होगा।

स्थायित्व की समस्या को साहित्य[10] में भी लिया गया है। संक्षेप में चित्र ७—३ में यदि प्लेट तथा ग्रिड के बीच धारिता[11] C_0 हो, समस्वरित ग्रिड चक्र की प्रभावकारी शण्ट-चालकता[12] g_2 हो, समस्वरित प्लेट चक्र की प्रभावकारी शण्ट-चालकता g_1 हो

1. Trap, 2. High-pass, 3. Constant, 4. Terminating, 5. Match, 6. Selectivity, 7. Factor, 8. Gain, 9. Stability, 10. Thomson B. J. Oscillations in Tuned Radio-frequency Amplifiers, Proc IRE, March, 1931, p. 421. 11. Capacitance, 12. Shunt conductance.

तथा निर्वात ट्यूब की पारस्परिक चालकता[1] g_m हो तो वह आवृत्ति, जिस पर केवल एक ही ट्यूब वाले प्रवर्धक के लिए दोलन प्रारम्भ ही होंगे, निम्न सम्बन्ध से व्यक्त होती है

$$f = \frac{g_1 g_2}{\pi g_m C_0} \qquad (७-१८)$$

चित्र ७–३. प्रवर्धक-स्थायित्व का अध्ययन करने के लिए चक्र। आउट पुट चक्र से इनपुट चक्र की विपरीत युग्मता C_0 से प्रदर्शित होती है।

यदि केवल एक ही समस्वरित चक्र के, जिसकी प्रभावकारी शण्ट-चालकता g_3 हो, साथ क्रम में[2] दो समान ट्यूब हों जो कि पहले ट्यूब की प्लेट तथा दूसरे ट्यूब की ग्रिड के सम्बन्ध[3] के बीच कैथोडों से सम्बन्धित हों और यह चालकता g_1 तथा g_2 के बराबर हो या $g = g_1 = g_2 = g_3$ हो तो वह आवृत्ति जिस पर दोलन प्रारम्भ ही होंगे, निम्न सम्बन्ध से प्रदर्शित होगी।

$$f = \frac{0 \cdot 5 g^2}{\pi g_m C_o} \qquad (७—१९)$$

जब क्रमशः तीन समान ट्यूब हों जिससे $g = g_1 = g_2 = g_3 = g_4$ हो तो उक्त आवृत्ति

$$f = \frac{0 \cdot 382\, g^2}{\pi g_m C_o}$$ से प्रदर्शित होती है (७—२०)

यदि $g = g_1 = g_2 = g_3 = g_4 = g_5$ सहित चार समान ट्यूब क्रम में लगे हों तो यह आवृत्ति

$$f = \frac{0 \cdot 333\, g^2}{\pi g_m C_o}$$ से प्रदर्शित होती है (७—२१)

1. Mutual conductance, 2. Cascade, 3. Inter electrode.

इस प्रकार त्रि-पदीय प्रवर्धक का लाभ

$$G_3 = g^3{}_m R_0{}^3 = \frac{g^3{}_m X^3 Q^3}{8} \qquad (७—२६)$$

समीक़रण (७–२४) से XQ के लिए हल करने पर

$$XQ = \frac{0 \cdot 7}{\sqrt{g_m C_0 f}} \qquad (७—२७)$$

समीकरण (७–२६) में X^3Q^3 के लिए इसका घन रखने पर

$$G_3 = \frac{0 \cdot 0425\,(g_m)^{3/2}}{(C_0 f)^{3/2}} \qquad (७—२८)$$

इस समीकरण से तीन-ट्यूब वाले प्रवर्धक का सर्वाधिक स्थायी लाभ प्राप्त होता है। यह देखा जाता है कि लाभ आवृत्ति के ३/२ घात के प्रतिलोमानुपाती होता है। इस प्रकार सर्वाधिक लाभ कम i-f मानों पर प्राप्त होगा। यह भी देखा जाता है कि लाभ-स्थायित्व की दृष्टि से एक दक्षतांक के अनुसार ट्यूबों का विभाजन किया जा सकता है। यह दक्षतांक

$$d = \frac{g_m}{C_0} \text{ पर आधारित होगा} \qquad (७—२९)$$

इसी प्रकार यह दिखाया जा सकता है कि दो-ट्यूब वाले प्रवर्धक का सीमित लाभ

$$G_2 = \frac{0 \cdot 159\ g_m}{C_0\ f} \text{ होता है} \qquad (७–३०)$$

तथा क्रान्तिक आवृत्ति

$$f = \frac{0 \cdot 636}{X^2 Q^2 g_m C_0} \text{ है} \qquad (७–३१)$$

यह बात ध्यान देने योग्य है कि यह लाभ उसी समय प्राप्त किये जा सकते हैं जब संरक्षण[1] सावधानी से प्रयुक्त किया जाय, क्योंकि इन लाभों में ट्यूब के अन्दर की युग्मता को छोड़कर अन्य किसी युग्मता की छूट नहीं रखी गयी है। इसके अतिरिक्त यह लाभ केवल उसी समय प्राप्त किये जा सकते हैं जब ठीक-ठीक प्रतिकर्तृत्व[2] प्रयोग किये जायँ। उदाहरण के लिए, समीकरण (७–२७) को तीन-ट्यूबों के लिए X के मान के लिए हल किया जा सकता है। उस दशा में

1. Shielding, 2. Reactance.

$$X = \frac{0 \cdot 7}{Q\sqrt{g_m C_0 f}} \qquad (७–३२)$$

एक उदाहरण की भाँति, मान लो कि 6AU6 ट्यूबों का उपयोग करके एक तीन-ट्यूब वाला प्रवर्धक बनाना है। $C_0 = Cgp = 0 \cdot 0035\ \mu\mu F$ तथा $g_m = 5{,}200\ \mu$ mhos (माइक्रो म्होज़)। पट्ट-पथ[1] युग्मित चक्रों के लिए प्राप्त समीकरणों का उपयोग करके, प्रेषक श्रेणी B रैखिक प्रवर्धक के लिए क्रान्तिक युग्मता निम्न सम्बन्ध से दी जाती है

$$\frac{n}{2m} = 1 \cdot 0 \text{ या } m = \frac{n}{2} \qquad (७–३३)$$

यदि $Q_1 = Q_2$ हो तो

$$n = \frac{4}{Q^2} \qquad (७–३४)$$

और इस प्रकार

$$m = \frac{2}{Q^2} \qquad (७–३५)$$

निम्न समीकरण से प्राप्त होता है

$$A = \sqrt{1 + Z^4} \qquad (७–३६)$$

जहाँ
$$Z = \frac{2\delta}{\sqrt{m}} = \frac{2\delta Q}{\sqrt{2}} \qquad (७–३७)$$

क्योंकि $A = \sqrt{2}$ के लिए $Z = 1$ समीकरण (७–३७) को 1·0 के बराबर रखकर Q के लिए हल किया जा सकता है, तब

$$Q = \frac{1}{\delta_0 \sqrt{2}} \qquad (७–३८)$$

लेकिन $Q = \frac{R}{X}$, इसलिए प्रत्येक चक्र का शण्ट प्रतिरोध

$$R = QX \text{ होता है} \qquad (७–३९)$$

तथा क्रान्तिक युग्मिता पर प्रभावकारी प्रतिरोध इसका आधा होता है, या

$$R_0 = \frac{QX}{2} \qquad (७–४०)$$

1. Bandpass.

समीकरण (७–३८) को समीकरण (७–४०) में रखने पर

$$R_0=\frac{X}{2\delta_0\sqrt{2}}=\frac{1}{2\delta_0\sqrt{2}\ \omega_0 C_1}=\frac{1}{\sqrt{32}\pi f_1 C_1} \qquad (७–४१)$$

जहाँ f_1 =पट्ट की चौड़ाई

समीकरण (७–४०) तथा (७–४१) से

$$QX=2R_0=\frac{1}{\sqrt{8}\pi f_1 C_1} \qquad (७–४२)$$

समीकरण (७–२४) में प्रस्थापित करने से सीमित आवृत्ति

$$f=\frac{0{\cdot}486\times 8\pi^2 f_1{}^2 C_1{}^2}{g_m\ C_0}$$

$$=\frac{38{\cdot}3 f_1{}^2 C_1{}^2}{g_m\ C_0} \qquad (७–४३)$$

$C_1=10^{-11}$ तथा $f_1=2\times10^6$ मानकर समीकरण (७–४३) में आंकिक मान रखने पर

$$f=\frac{38{\cdot}2\times4\times10^{12}\times10^{-22}}{{\cdot}0052\times{\cdot}0035\times10^{-12}}$$

$$=840\times10^6 \qquad (७–४४)$$

इसका अर्थ यह है कि किसी भी प्रयोगात्मक i-f के लिए, जिसकी अर्ध पट्ट चौड़ाई 2Mc है, अस्थायित्व की दृष्टि से कोई परेशानी अनुभव न होनी चाहिए। त्रि-पदीय चक्र का लाभ समीकरण (७–२६) तथा (७–४१) से

$$G_3=g^3{}_m R_0{}^3=\left(\frac{g_m}{\sqrt{32}\pi f_1 C_1}\right)^3 \qquad (७–४५)$$

आंकिक उदाहरण में

$$G_3=\left(\frac{0{\cdot}0052}{\sqrt{32}\pi 2\times10^6\times10^{-11}}\right)^3=(14{\cdot}6)^3=1,320 \qquad (७–४६)$$

यह इस अध्याय में पूर्व प्राप्त १४ प्रति पद के लाभ से काफी अच्छी मिलती है।

किसी भी साधारण i-f के लिए प्रतिबिम्ब चैनल पूर्ण रूप से स्थायी हो सकती है, लेकिन ध्वनि चैनल अस्थायी हो सकती है। अर्ध पट्ट चौड़ाई के लिए माना कि $f_1=0{\cdot}2$Mc इसको समीकरण (७–४३) में रखने पर सीमित आवृत्ति $f=8{\cdot}4\times10^6$ cps हो जाती है (७–४७)

तथा पद लाभ $G = g_m R_0 = 146$ हो जाता है (७–४८)

इस प्रकार यह ट्यूब ०·4 Mc की पट्ट चौड़ाई पर १४६ का लाभ प्रतिपद प्रदान करेगा तथा यह स्थायी तभी होगा जब i-f का मान 8·4 Mc से कम होगा। यदि इससे अधिक i-f का प्रयत्न किया जाय तो स्थायित्व को कायम रखने के लिए प्रतिपद लाभ को उसी अंश[1] में घटा देना चाहिए जिसमें कि आवृत्ति का $\frac{1}{2}$ घात बढ़ता है। इस प्रकार 22 Mc पर लाभ घटाकर

$$G_{22} = 146 \times \sqrt{\frac{8 \cdot 4}{22}} = 146 \times \sqrt{0 \cdot 382}$$

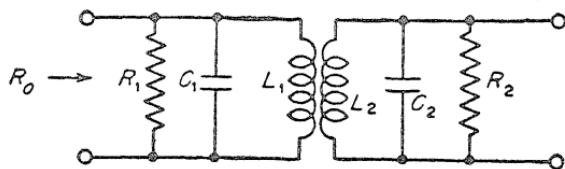
=90 प्रतिपद कर देना चाहिए (७–४९)

तथा ४२ Mc पर

$$G_{42} = 146 \times \sqrt{\frac{8 \cdot 4}{42}} = 146 \times \sqrt{0 \cdot 2}$$

=65 प्रतिपद कर देना चाहिए (७–५०)

सम्भवतः लाभ को कम करने का सर्वोत्तम उपाय समस्वरण धारिता C_1 को बढ़ा देना है। इस प्रकार एक ऐसे प्रवर्धक का निर्माण होगा जो ट्यूब निर्भरता से अधिक मुक्त होगा, क्योंकि उस समय कुल धारिता का काफी बड़ा भाग ट्यूब के बाहर होगा। इस प्रकार 42 Mc पर, क्योंकि कुल धारिता 8·4 Mc पर की धारिता की $\sqrt{५}$ गुनी होनी चाहिए। अतः ट्यूब के बाहर 20 $\mu\mu F$ की धारिता प्रयोग की जानी चाहिए।

७–७. ट्रान्सफार्मर को उपयोग करनेवाले I-f प्रवर्धक चक्र

इस प्रकार के अनेक चक्र इस कार्य के लिए उपलब्ध हैं, परन्तु वर्तमान समय में इनके केवल दो प्रकार ही प्रयोग में लाने के लिए विद्यमान हैं। वह हैं (१) युग्मित जोड़े[2] तथा (२) अकेले समस्वरित चक्र। यहाँ पर इनमें से प्रत्येक का अध्ययन किया जायगा।

७–७.१. युग्मित जोड़े से उचित तनुकरण

चित्र ७–४ में अन्तःपद[3] चक्र प्रदर्शित किया गया है, जिसमें दो समस्वरित चक्रों को युग्मित करके विस्तृत पथ पट्ट[4] प्राप्त किया गया है। यह चक्र दो वस्तुओं के बीच

1. Degree, 2. Coupled pairs, 3. Interstage, 4. Broad pass band.

जोड़ा गया समझना चाहिए। एक तो है अनन्त आन्तरिक प्रतिरोध वाला उत्पादक[1] (जैसा कि अनुमानतः पेण्टोड[2] होता है) तथा दूसरा है शून्य इनपुट चालकता वाला ग्रिड चक्र (जिसमें संक्रमणकालीन[3] चालकता नगण्य हो तथा जिसमें d-c इलेक्ट्रान प्रवाह न हो।

चित्र ७–४. दो समस्वरित चक्रों का सम्बन्ध चित्र। चक्र आपस में युग्मित हैं तथा इनमें से प्रत्येक शण्ट प्रतिरोध से अवमन्दित है।

इस प्रकार के चक्रों के व्यापक गुणों का अध्ययन पहले ही प्रेषकों के साथ कर लिया गया है। यहाँ पर केवल कुछ विशेष रूप से उपयोगी बातों का विचार किया जायगा। इनमें से एक यह है कि यदि चक्र क्रान्तिक युग्मित[4] हों तो $\frac{n}{२m}=1$ तथा तनुकरण समीकरण निम्न रूप ग्रहण कर लेता है)

$$A=\sqrt{1+Z^4} \quad (७—५१)$$

जहाँ

$$Z=\frac{2\delta}{\sqrt{m}} \quad (७—५२)$$

$$\delta=\frac{\text{अनुनाद से आवृत्ति}}{\text{अनुनाद आवृत्ति}} \quad (७—५३)$$

$$m=n/2 \quad (७—५४)$$

$$n=\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2 \quad (७—५५)$$

$A=\sqrt{2}$ के लिए Z का मान 1·0 है जिससे

$$Z_1=\frac{2\delta_1}{\sqrt{m}}=1 \text{ या } \frac{2}{\sqrt{m}}=\frac{1}{\delta_1} \quad (७—५६)$$

1. Generator, 2. Pentode, 3. Transit-time, 4. Critically coupled.

समीकरण (७–५६) को समीकरण (७–५२) में $\frac{२}{\sqrt{m}}$ के लिए रखने पर

$$Z = \delta/\delta_1 \qquad (७—५७)$$

$$A = \sqrt{1+\left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^4} \qquad (७—५८)$$

यह ध्यान देने की बात है कि यह समीकरण उस समीकरण (७–१७) के बिल्कुल समान है जो दो समस्वरित चक्रों से प्राप्त होने वाले सर्वाधिक उचित[1] तनुकरण[2] के लिए होता है—

$$A = \sqrt{1+\left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^{2n}} \qquad (७ - ५९)$$

जहाँ $n = 2$

७–७.२. युग्मित जोड़े से द्वि-शिखा[3] अनुनाद

युग्मित जोड़े के तनुकरण के लिए व्यापक समीकरण (४–१५)

$$A = \sqrt{1-2\left(1-\frac{n}{2m}\right)Z^2+Z^4} \qquad (७ - ६०)$$

के निरीक्षण से पता चलता है कि यदि Z^2 पद के गुणांक[4] ऋणात्मक हों तो एक-दो शिखा वाले तनुकरण वक्र की प्राप्ति होगी। इस आकार का वक्र एक शिखा वाले अनुनाद वक्र के मेल से लाभदायक होता है। इनसे एक ऐसे ओवर-औल[5] प्रतिक्रिया वक्र की प्राप्ति होती है जो आवृत्तियों के एक विस्तृत पट्ट पर काफी चौरस[6] होता है।

क्रान्तिक रूप से युग्मित जोड़ों पर निम्नलिखित दो क्रियाओं में से एक या दोनों के मेल से दो शिखाओं की उत्पत्ति होती है—(१) युग्म गुणांक[7] k बढ़ाया जा सकता है, (२) पार्श्व[8] अवमन्दन[9] प्रतिरोधों के प्रतिरोध को बढ़ाकर एक या दोनों चक्रों के Q को बढ़ाया जा सकता है। $\frac{n}{2m}$ के व्यंजक का निरीक्षण करके भी इसको देखा जा सकता है। m का मान समीकरण (४–१८) तथा n का मान समीकरण (४–१९) से प्राप्त होता है। इस प्रकार

1. Optimized, 2. Attenuation, 3. Double peaked, 4. Coefficients, 5. Over-all 6. Flat, 7. Coefficient of Coupling, 8. Shunt, 9. Damping..

$$\frac{n}{2m}=\frac{\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2}{2\left(\frac{1}{Q_1Q_2}+k^2\right)} \qquad (७—६१)$$

जैसे Q या k का मान बढ़ाया जाता है, $\frac{n}{2m}$ का मान कम होता जाता है, जिससे समीकरण (७–६०) में Z^2 के गुणांक का मान अधिक ऋणात्मक होता जाता है।

जिस प्रकार दो शिखाएँ उत्पन्न होती हैं, उनमें अन्तर है। यह इस बात पर निर्भर करता है कि Q को बढ़ाया गया है या k को। यदि k को बढ़ाया जाता है तो k के बढ़ने के साथ शिखाओं में आवृत्ति पृथकता[1] भी बढ़ती जाती है; और यदि Q को बढ़ाया गया है तो आवृत्ति में शिखा पृथकता तो प्रयोगात्मक रूप से अपरिवर्तित रहती है लेकिन शिखाओं के बीच की घाटी[2] गहरी हो जाती है।

घाटी के ऊपर शिखा वृद्धि[3] की परिभाषा निम्न प्रकार की जा सकती है—

$$\triangle=\frac{1}{Amin}-1 \qquad (७—६२)$$

△ के किसी भी इच्छित मान के लिए n/2m के आवश्यक मान को प्राप्त करने के लिए समीकरण (७–६०) को Z के सापेक्ष चलित-कलित[4] करना चाहिए तथा प्राप्त फल को ० के बराबर रखना चाहिए और Z के उस मान को हल द्वारा निकाल लेना चाहिए जो Amin (A का न्यूनतम मान) प्रदान कर सके। Z^2 के गुणांक को —a लेने पर समीकरण (७–६०) का रूप निम्न हो जाता है

$$A=(1-aZ^2+Z^4)^{1/2} \qquad (७—६३)$$

इस प्रकार $\frac{dA}{dZ}=1/2\ (1-aZ^2+Z^4)^{1/2}\ (-2aZ+4Z^3)=0$ (७—६४)

जिसमें से समीकरण (७–६५) के हल[5] निम्न हैं—

$$Zp=0 \qquad (७—६५)$$

$$Zp^2=\frac{a\pm\sqrt{a^2-4}}{2} \qquad (७—६६)$$

$$Zp^2=a/2 \qquad (७—६७)$$

1. Frequency Separation, 2. Valley, 3. Peakrise, 4. Differentiate, 5. Roots.

जहाँ Zp= शिखा से सम्बन्धित Z समीकरण (७–६७) को समीकरण (७–६३) में रखने से

$$A_{min}=\sqrt{1-a^2/4} \qquad (७—६८)$$

लेकिन समीकरण (७–६३) में

$$a=2\left(1-\frac{n}{2m}\right) \qquad (७—६९)$$

समीकरण (७–६९) को समीकरण (७–६८) में रखने पर

$$A_{min}=\sqrt{1-\left(1-\frac{n}{2m}\right)^2} \qquad (७—७०)$$

समीकरण (७–७०) को समीकरण (७–६२) में रखने पर

$$\triangle=\frac{1}{\sqrt{1-\left(1-\frac{n}{2m}\right)^2}}-1 \qquad (७—७१)$$

समीकरण (७–७१) को $\frac{n}{2m}$ के लिए हल करने पर

$$\frac{n}{2m}=1-\sqrt{1-\frac{1}{(\triangle+1)^2}} \qquad (७—७२)$$

समीकरण (७–६९) को समीकरण (७–६७) में a के लिए रखने तथा इसमें समीकरण (७–७२) को n/2m के लिए रखने पर

$$Zp=\sqrt[4]{1-\frac{1}{(\triangle+1)^2}} \qquad (७—७३)$$

लेकिन समीकरण (४–१६) से

$$Zp=\frac{\delta p}{\sqrt{m}} \qquad (७—७४)$$

समीकरण (७–७४) को समीकरण (७–७३) में रखने पर

$$\delta p=\sqrt{m}\sqrt[4]{1-\frac{1}{(\triangle+1)^2}} \qquad (७—७५)$$

$$=\sqrt{\frac{1}{Q_1Q_2}+k^2}\sqrt[4]{1-\frac{1}{(\triangle+1)^2}} \qquad (७—७६)$$

समीकरण (७–७६) से यह फौरन देखा जा सकता है कि यदि $\triangle$ बहुत अधिक हो जाय तो दूसरे वर्गमूल चिह्न[1] के अन्तर्गत राशि का मान अन्त में १ हो जायेगा तथा $\triangle$ के परिवर्तन के साथ इसमें कोई गण्य[2] परिवर्तन नहीं होगा। यदि δp का मान स्थिर रखना है तो $\triangle$ में यह वृद्धि केवल Q गुणक को बढ़ाकर की जा सकती है, k के मान को बढ़ाकर नहीं, क्योंकि पहले वर्गमूल के चिह्न[3] के अन्दर k दूसरे पद के अंश[4] में आता है तथा Q पहले पद के हर[5] में आते हैं। अतः इनका मान, पहले वर्गमूल पद के मान में बिना गण्य परिवर्तन किये, अनन्त रूप से बढ़ाया जा सकता है।

७–७.३. युग्मित जोड़े का चक्रलाभ

चित्र ७–४ में प्रदर्शित दो चक्र, एक ही आवृत्ति से समस्वरित[6] करके तथा युग्मित[7] करके, दो निर्वात[8] ट्यूबों के बीच अभिवर्धक[9] में कभी-कभी प्रयोग किये जाते हैं। यदि पहला ट्यूब पेण्टोड[10] है जिसमें प्राथमिक चक्र के प्रभावकारी अवमन्दन[11] की अपेक्षा प्लेट प्रतिरोध काफी अधिक है, तो पहले ट्यूब की ग्रिड से दूसरे ट्यूब की ग्रिड तक का लाभ निम्न समीकरण से प्राप्त होता है—

$$G=\frac{g_m k\sqrt{X_1X_2}}{k^2+\dfrac{1}{Q_1Q_2}} \text{ अनुनाद}^{12} \text{ पर} \qquad (७–७७)$$

जहाँ कि

g_m=पारस्परिक[13] चालकता[14]

X_1=प्राथमिक चक्र की एक शाखा का प्रतिकर्तृत्व[15]

X_2=द्वैतीयक चक्र की एक शाखा का प्रतिकर्तृत्व

Q_1=प्राथमिक $Q=\dfrac{R_1}{X_1}$

Q_2=द्वैतीयक $Q=\dfrac{R_2}{X_2}$

यह विदित है कि यदि $Q_1=Q_2$ हो तो इस पद्धति का लाभ न्यूनतम और यदि Q_1 या Q_2 में से कोई एक अनन्त हो तो लाभ अधिकतम होता है। k के मान

1. Radical sign, 2. Appreciable, 3. Radical, 4. Numerator, 5. Denominator, 6. Tuned, 7. Coupled, 8. Vacuum, 9. Amplifier, 10. Pentode, 11. Damping, 12. Resonance, 13. Mutual, 14. Conductance, 15. Reactance.

को नियन्त्रित करके n/2m का मान स्थिर रखा जा सकता है, जिससे बिल्कुल ठीक उसी प्रकार का तनुकरण[1] वक्र प्राप्त हो। निम्नलिखित विश्लेषण प्राथमिक तथा द्वैतीयक Qओं को असमान बनाकर प्राप्त होने वाले लाभ की वृद्धि की व्युत्पत्ति[2] है। समीकरण (४–१८) से

$$k=\sqrt{m-\frac{1}{Q_1 Q_2}} \qquad (७–७८)$$

माना कि

$$Z_2=\frac{2\delta_2}{\sqrt{m}} \text{ या } m=\frac{4\delta_2^2}{Z_2^2} \qquad (७–७९)$$

क्योंकि वक्र स्थिर रहता है, माना कि

$$\frac{n}{2m}=k \qquad (७–८०)$$

$$\text{या } n=2km \qquad (७–८१)$$

समीकरण (७–८१) में समीकरण (७–७९) को रखने से

$$n=\frac{8K\delta_2^2}{Z_2^2} \qquad (७–८२)$$

लेकिन समीकरण (४–१९) से

$$n=\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2 \qquad (७–८३)$$

समीकरण (७–८२) को समीकरण (७–८३) में रखकर Q_2 के लिए हल करने पर

$$Q_2=\frac{Q_1 Z_2}{\sqrt{8K}\,\delta_2 Q_1 - z_2} \qquad (७–८४)$$

मान लो कि प्राथमिक तथा द्वैतीयक Q ओं में निम्न सम्बन्ध है

$$\frac{Q_2}{Q_1}=a \text{ or } Q_2=a\ Q_1 \qquad (७–८५)$$

समीकरण (७–८५) को समीकरण (७–८४) में रखकर Q_1 के लिए हल करने पर

$$Q_1=\frac{z_2(1+1/a)}{\sqrt{8K}\ \delta_2} \qquad (७–८६)$$

1. Attenuation, 2. Derivation.

अब समीकरण (७–८५) से

$$Q_1 Q_2 = Q_1(aQ_1) = aQ_1^2 \qquad (७–८७)$$

समीकरण (७–८७) के दायें पक्ष में Q_1 के लिए समीकरण (७–८६) को प्रस्थापित करने पर

$$Q_1Q_2 = \frac{az_2^2(1+1/a)^2}{8K\,\delta_2^2} \qquad (७–८८)$$

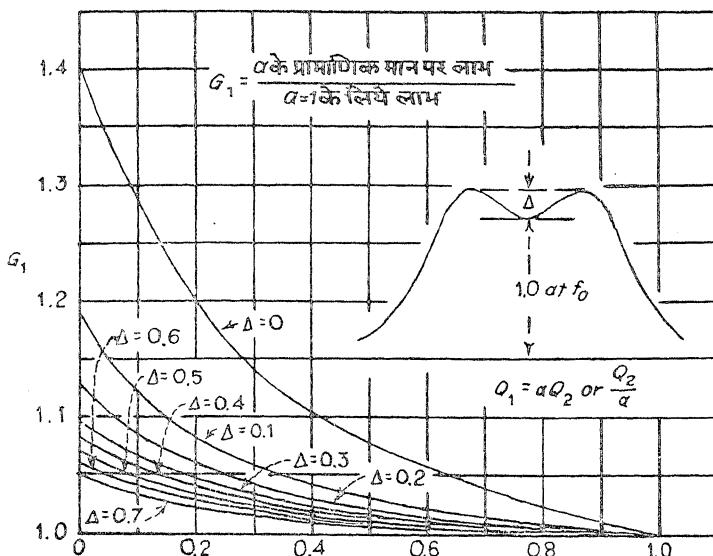
हमें वास्तव में बराबर Qओं (जब कि a=1) की दशा से लाभ के परिवर्तन में दिलचस्पी है। अतएव एक लाभ-अनुपात[1] समीकरण समीकरण (७–७७) की सहायता से लिखा जा सकता है—

$$\frac{a=a \text{ के साथ लाभ}}{a=1 \text{ के साथ लाभ}} = G_1 = \frac{\left[\dfrac{g_m k\sqrt{X_1X_2}}{k^2+(1/Q_1Q_2)}\right]_{a=a}}{\left[\dfrac{g_m k\sqrt{X_1X_2}}{k^2+(1/Q_1Q_2)}\right]_{a=1}} \qquad (७–८९)$$

k के लिए समीकरण (७–७८) की प्रस्थापना करने से

$$G_1 = \sqrt{\frac{\left.1-\dfrac{1}{m\,(Q_1Q_2)}\right|_{a=a}}{\left.1-\dfrac{1}{m\,(Q_1Q_2)}\right|_{a=1}}} \qquad (७–९०)$$

समीकरण (७–८८) तथा (७–७९) में दिये हुए a, Q_1 Q_2 तथा m के मानों को रखने से

$$G_1 = \sqrt{\frac{1-\dfrac{2k}{a(1+1/a)^2}}{\sqrt{1-k/2}}} \qquad (७–९१)$$

अब क्योंकि k=n/2m अतएव समीकरण (७–७२) से, G_1 को शिखा-उत्थान[2] तथा Q_2 और Q_1 के अनुपात a के रूप में व्यक्त कर सकते हैं। समीकरण (७–९१) में इस प्रस्थापना को करने से

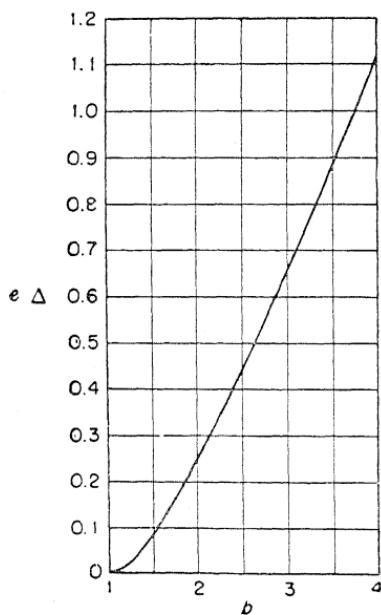
1. Gain Ratio, 2. Peakrise.

$$G_1 = \frac{1 - \dfrac{2a\left[1 - \sqrt{1 - \dfrac{1}{(\triangle+1)^2}}\right]}{(1+a)^2}}{1 - 1/2\left[1 - \sqrt{1 - \dfrac{1}{(\triangle+1)^2}}\right]} \qquad (७–९२)$$

चित्र ७–५ काफी विस्तार में △ के मानों के लिए G_1 तथा a में सम्बन्ध प्रदर्शित करता है। यह प्रतीत होगा कि जब △ = ० होता है तो a के परिवर्तन का प्रभाव लाभ के ऊपर सर्वाधिक होता है तथा जब △ का मान ०·७ से अधिक होता है तो लाभ के ऊपर प्रभाव नगण्य होता है।

चित्र ७–५. शिखा-उत्थान △ के एक निश्चित मान के लिए प्राथमिक तथा द्वैतीयक Qओं से असमानता कर देने से अनुनाद आवृत्ति f_0 पर द्विचक्रीय ट्रान्स-फार्मर से प्राप्त लाभ पर प्रभाव प्रदर्शित करते हुए वक्र। उदाहरण के लिए यदि युग्मता[1] ऐसी हो कि शिखा उत्थान 0·1 हो और $Q_1 = Q_2$ (या a=1) के लिए लाभ 1·0 हो तो Q अनुपात को 0·5 कर देने से, लेकिन शिखा-उत्थान को 0·1 ही रखने पर, f_0 पर लाभ बढ़कर 1·03 हो जायगा।

एक निश्चित शिखा-उत्थान △ प्रदान करने के लिए Q में आवश्यक वृद्धि में हमारी विशिष्ट दिलचस्पी है। अब व्यापक रूप में

1. Coupling.

$$\frac{n}{2m}=\frac{1}{2}\left[\frac{\left(\frac{1}{Q_1}+\frac{1}{Q_2}\right)^2}{k^2+\frac{1}{Q_1Q_2}}\right] \qquad (७—९३)$$

अब मान लो कि $Q_1=Q_2=Q_0$ तथा युग्मता[1] क्रान्तिक[2] है; तब समीकरण (७–९३) से

$$\frac{n}{2m}=\frac{2/Q_0^2}{k_c^2+(1/Q_0^2)} \qquad (७—९४)$$

अब मान लो कि प्रत्येक Q को किसी भी गुणनांक[3] b से गुणा कर देने पर समीकरण (७–९४) से

$$\frac{n}{2m}=\frac{2/b^2Q_0^2}{k_c^2+(1/b^2Q_0^2)} \qquad (७—९५)$$

चित्र ७–६. यह मानते हुए कि मूल ट्रान्सफार्मर क्रान्तिक युग्मित ($\Delta=0$) था, प्राथमिक तथा द्वैतीयक में से प्रत्येक के Q को b से गुणा करने पर प्राप्त शिखा-उत्थान Δ के लिए द्वि-चक्रीय ट्रान्सफार्मर के लाक्षणिक वक्र।

1. Coupling, 2. Critical, 3. Factor.

क्रान्तिक युग्मता के लिए k_c^2 का हल समीकरण (७–९४) को 1 के बराबर रखकर तथा k_c^2 के लिए हल करके प्राप्त किया जा सकता है। जिससे

$$k_c^2 = \frac{1}{Q_0^2} \qquad (७—९६)$$

k_c के लिए समीकरण (७–९५) को समीकरण (७–९६) में रखने पर

$$\frac{n}{2m} = \frac{2/b^2Q_0^2}{(1/Q_0^2)+(1/b^2Q_0^2)}$$

$$= \frac{2}{1+b^2} \qquad (७—९७)$$

शिखा-उत्थान के लिए समीकरण (७–७१) में समीकरण (७–९७) को प्रस्थापित करके इस गुणनांक b को प्रत्येक Q से लगाने से प्राप्त शिखा-उत्थान की गणना की जा सकती है। या

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{1-\left(1-\frac{2}{1+b^2}\right)^2}} - 1$$

$$= \frac{(b-1)^2}{2b} \qquad (७—९८)$$

चित्र ७–६ में क्रान्तिक युग्मता के लिए आवश्यक Q के मान के ४ गुने विस्तार में b के लिए Δ तथा b में सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है। इस वक्र से निर्माता फौरन यह बतला सकता है कि अभीष्ट उत्थान की दो शिखाएँ प्राप्त करने के लिए क्रान्तिक युग्मित चक्र के Q ओं के लिए क्या करना चाहिए। पथ-पट्ट[1] पर Q के इस परिवर्तन का केवल सूक्ष्म प्रभाव ही पड़ेगा, क्योंकि पथ-पट्ट प्रधान रूप से युग्म-गुणांक[2] k से तथा चक्र के प्रतिकर्तृत्वों[3] से निर्धारित होता है।

जब Qओं के गुणनांक b से बढ़ा दिया जाता है तो समीकरण (७–९८) में प्राप्त न केवल शिखा-उत्थान ही प्राप्त होता है वरन् लाभ में भी वृद्धि होती है। क्रान्तिक युग्मता तथा $Q_1 = Q_2 = Q_0$ के लिए लाभ

1. Pass band, 2. Coupling Coefficient, 3. Reactances.

$$G=\frac{g_m \ k c\sqrt{X_1X_2}}{k_c^2+(1/Q_0^2)} \qquad (७—९९)$$

Q_0 में गुणनांक b लगाने से

$$G=\frac{g_m \ k_c\sqrt{X_1X_2}}{k_c^2+(1/b^2Q_0^2)} \qquad (७—१००)$$

b=b से b=1 तक लाभ का अनुपात

$$G_2=\frac{k_c^2+(1/Q_0^2)}{k_c^2+(1/b^2Q_0^2)} \qquad (७—१०१)$$

k_c के लिए समीकरण (७–९६) की स्थापना करने से

$$G_2=\frac{2}{1+(1/b^2)}=\frac{2b^2}{1+b^2} \qquad (७—१०२)$$

इस प्रकार गुणनांक b तथा गुणनांक a (Q_2 से Q_1 के अनुपात) को प्रयुक्त करने से कुल[1] लाभ समीकरण (७–९२) तथा (७–१०२) के गुणनफल के बराबर होता है या

$$G_{\Sigma}=G_1G_2=\frac{2b^2}{1+b^2}\sqrt{\frac{1-\dfrac{2a\,[1-\sqrt{1-1/(\triangle+1)^2}]}{(1+a)^2}}{1-1/2\,[1-\sqrt{1-1/(\triangle+1)^2}]}} \qquad (७—१०३)$$

यदि चाहें तो समीकरण (७–१०३) में से $\triangle$ को, उसके स्थान पर समीकरण (७–९८) का प्रयोग करके, लुप्त कर सकते हैं, उस दशा में कुल लाभ अनुपात

$$G_{\Sigma}=\frac{2b}{(1+a)(1+b^2)}\sqrt{(1-a)^2+b^2(1+a)^2} \qquad (७—१०४)$$

यह दर्शनीय है कि सन्दर्भ लाभ[2] जिसको समीकरण (७–१०४) इंगित करता है वह लाभ होता है जो कि क्रान्तिक युग्मित (एक शिखा वाले) उस ट्रान्सफार्मर से प्राप्त होता है जिसमें प्राथमिक तथा द्वैतीयक के भार-गुणनांक[3] या Q बराबर हों तथा यह समीकरण (७–८७) से

1. Over-all, 2. Reference gain, 3. Loading factors.

$$\text{सन्दर्भ } G = \frac{g_m \sqrt{Q_1 X_1 Q_2 X_2}}{2}$$

$$= \frac{g_m R_1 R_2}{2} \qquad (७—१०५)$$

जहाँ

R_1 = प्राथमिक को शण्ट[1] करने वाला प्रभावकारी प्रतिरोध

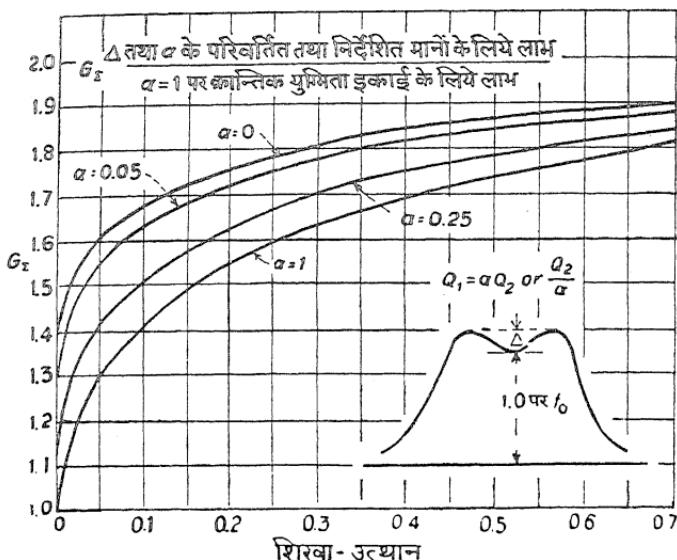
R_2 = द्वैतीयक को शण्ट करने वाला प्रभावकारी प्रतिरोध

चित्र ७–७ में a के विभिन्न मानों के लिए G_Σ तथा $\triangle$ में सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है। ध्यान दो कि समभारित[2] चक्रों के लिए अकेले b के कारण लाभ में वृद्धि a=1 के लिए वक्र के रूप में दिखायी गयी है तथा यह वास्तव में समीकरण (७–१०२) का ग्राफ है। चित्र ७–७ के लिए न्यास[3] समीकरण (६–१०६) से प्राप्त किये गये हैं जो वास्तव में समीकरण (७–१०५) ही है जिसमें b के स्थान पर समीकरण (७–९८) से प्राप्त उसका हल रख दिया गया है। या

$$G_\Sigma = \frac{1}{(1+a)(1+\triangle)} \sqrt{(1-a)^2 + (1+a^2)(1+\triangle+\sqrt{\triangle^2+2\triangle^2})^2}$$

(७—१०६)

७–७.४. युग्मित जोड़े की निर्माण-पद्धति

उच्चतम प्रवर्धन प्राप्त करने के लिए युग्मित चक्र के निर्माण में निर्माता को निम्नलिखित पद्धति का अनुकरण करना चाहिए।

१. शण्ट धारिताओं को कम से कम सीमित करके प्राथमिक तथा द्वैतीयक चक्रों से प्राप्त हो सकने वाले प्रतिकर्तृत्वों[4] का मान ज्ञात करो। इन्हें X_1 तथा X2 कहो।

२. R_1 तथा R_2 के प्रभावकारी मान ज्ञात करो। यह प्रतिरोध समस्वरित चक्र के अवयवों के प्रतिरोध तथा निर्वात ट्यूबों के प्रतिरोधों के सामूहिक प्रभाव हो सकते हैं।

३. प्रत्येक दशा में $Q=R/X$ सम्बन्ध का उपयोग करके Q_1 तथा Q_2 के उच्चतम मानों की गणना करो जो उपलब्ध हो सकते हैं।

४. सार्वभौम[5] तनुकरण वक्रों, चित्र ४–६ की सहायता से n/2m के वह आंकिक मान ज्ञात करो जो ट्रान्सफार्मर के लिए अभीष्ट लाक्षणिक वक्र प्रदान कर सकें।

1. Shunting, 2 Equally loaded, 3. Data, 4. Reactances, 5. Universal.

चित्र ७–७. अनुनाद आवृत्ति f_0 पर द्विचक्रीय ट्रान्सफार्मर से शिखा-उत्थान Δ तथा इकाई (जब a=1) से निर्देशित मानों के लिए Q के परिवर्तन के कारण लाभ पर उत्पन्न प्रभावों को प्रदर्शित करने वाले वक्र। इस प्रकार क्रान्तिक युग्मित (Δ=0), समभारित[१] (a=1) ट्रान्सफार्मर सन्दर्भवत् प्रयुक्त किया जाता है जिसमें $G\Sigma=1{\cdot}0$। शिखा-उत्थान को 0·075 तथा Q अनुपात को 0·05 कर देने से मूल मान का 1·6 गुने लाभ की वृद्धि प्राप्त की जा सकती है। लाभ में इसी प्रकार की एक वृद्धि उस समय होती है जब Q अनुपात को तो 1·0 ही रहने दिया जाय तथा शिखावृद्धि को 0·25 हो जाने दिया जाय।

५. समीकरण (४–१६) से या निम्नलिखित से m के आंकिक मान की गणना करो।

$$m=\frac{4\delta_1^2}{Z_1^2} \qquad (७–१०७)$$

जिसमें Z_1 (जो $\frac{2\delta_1}{\sqrt{m}}$ के बराबर है) चित्र ४–६ से किसी सुविधाजनक बिन्दु पर पढ़ ली जाती है। साधारणतया यह बिन्दु मध्य आवृत्ति के तनुकरण के १·४१ या २·० गुने पर होता है तथा जहाँ

1. Equally loaded.

$$\delta_1 = \frac{\triangle f_1}{f_0} \qquad (७–१०८)$$

जहाँ

f_0=मध्य आवृत्ति

$\triangle f_1$=मध्य तथा उस आवृत्ति में अन्तर जिस विन्दु पर Z_1 को समीकरण (७–१०७) के लिए चुना गया था।

६. निम्न सम्बन्ध का उपयोग करके n के आंकिक मान की गणना करो :

$$n = 2m\left(\frac{n}{2m}\right) \qquad (७–१०९)$$

जिसमें n/2m का मान उपर्युक्त पद ४ में निकाल लिया गया है तथा m का मान, समीकरण (७–१०७), उपर्युक्त पद ५ में ज्ञात कर लिया गया है।

७. समीकरण (४–१९) को अनुमान से[1] Q_1 के लिए n तथा Q_2 के रूप में हल करो जिससे

$$Q_2 = \frac{1}{\sqrt{n} - 1/Q} \qquad (७–११०)$$

तथा समीकरण (४–१९) को अनुमान से Q_2 के लिए n तथा Q_1 के रूप में हल करो जिससे

$$Q_1 = \frac{1}{\sqrt{n} - 1/Q_2} \qquad (७–१११)$$

जहाँ कि n समीकरण (७–१०९) से है, समीकरण (७–११०) में Q_1 उपर्युक्त पद ३ से है तथा समीकरण (७–१११) में Q_2 उपर्युक्त पद ३ से है।

८. समीकरण (७–११०) तथा (७–१११) से ज्ञात Q_2 तथा Q_1 के मानों की तुलना उनके पद ३ में ज्ञात किये गये वास्तविक मानों से करो। यदि वह मिलते हों तो आगे पद ९ तक बढ़ो। यदि वह न मिलते हों तो उनको मिलाने के लिए प्राथमिक या द्वैतीयक पर की जाने वाली आवश्यक भौतिक कार्यवाही को ज्ञात करो। उदाहरण के लिए यदि गणना द्वारा ज्ञात किये गये Qओं के मान उनके वास्तविक मानों से कम हों तो चक्र को मिलान में लाने के लिए उसके समानान्तर में एक प्रतिरोध जोड़ा जा सकता है। और यदि गणना द्वारा प्राप्त Qओं के मान उनके वास्तविक मानों से अधिक हों तो एक चक्र के साथ एक शण्ट संघनित्र[2] जोड़ा जा सकता है, जिससे इसका

1. Trial, 2. Shunt Capacitance.

Q बढ़ जाय। लेकिन अधिकतम लाभ प्राप्त करने के लिए Q ओं का अनुपात जितना सम्भव हो सके अधिक होना चाहिए। इसलिए जब एक प्रतिरोध जोड़ा जाय तो इसे उस चक्र में जोड़ो जिसका Q पहले से कम हो; तथा जब एक शण्ट संघनित्र जोड़ा जाय तो इसे उस चक्र से जोड़ो जिसका Q अधिक हो। दूसरी क्रिया उस समय उपयुक्त न होगी जब कि Q पहले से ही अत्यन्त अधिक हो। इस दशा में दूसरे चक्र के Q में सुधार करके गणना द्वारा प्राप्त Q ओं का वास्तविक Q ओं से मिलान प्राप्त करो।

९. भौतिक चक्र की रचना करो तथा युग्मता को इस प्रकार समंजित करो जिससे इच्छित प्रतिक्रिया वक्र प्राप्त हो।

१०. मूल लाभ के समीकरण (७–७७) के प्रयोग से लाभ की गणना की जा सकती है जो कि

$$\text{लाभ} = \frac{g_m k\sqrt{X_1X_2}}{k^2 + \dfrac{1}{Q_1Q_2}} \text{ है} \qquad (७–११२)$$

जहाँ कि समीकरण (४–१८) से k का हल किया जाता है जिससे

$$k^2 = m - \frac{1}{Q_1Q_2}$$

$$\text{या} \qquad k = \sqrt{m - \frac{1}{Q_1Q_2}} \qquad (७–११३)$$

अब उक्त पदों के अनुसार एक आंकिक उदाहरण पर विचार किया जायगा। माना कि विचाराधीन i-f प्रवर्धक 40Mc मध्य आवृत्ति पर 6CB6 ट्यूबों का उपयोग करता है तथा हमारा यह उद्देश्य है कि एक दो-शिखा वाला वक्र प्राप्त हो जिसमें शिखा-उत्थान[1] 0·10 हो तथा मध्य आवृत्ति के प्रत्येक ओर 2Mc पर दो गुना तनुकरण[2] प्राप्त हो।

१. 40Mc पर सर्वाधिक प्रतिकर्तृत्व[3] जो प्राथमिक तथा द्वैतीयक में प्राप्त हो सकते हैं वह ट्यूब, सौकिट, तार तथा कुण्डली की आत्मधारिता को मिलाकर बनेंगे। प्राथमिक के लिए यह

$$C_1 = 5\mu\mu F \text{ हो सकते हैं} \qquad (७–११४)$$

1. Peakrise, 2. Attenuation, 3. Reactance.

जिस दशा में

$$X_1 = \frac{1}{\omega_0 C_1} = \frac{1}{2\pi 40 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-12}} = 800 \text{ ओम} \qquad (७–११५)$$

इस प्रकार द्वैतीयक के लिए यह

$$C_2 = 10\mu\mu F \text{ हो सकते हैं} \qquad (७–११६)$$

जिस दशा में

$$X_2 = \frac{1}{\omega_0 C_2} = 400 \text{ ओम} \qquad (७–११७)$$

२. प्राथमिक शण्ट प्रतिरोध R_1 का प्रभावकारी मान प्रधानतया कुण्डली-हानि[1] के कारण है, क्योंकि प्लेट प्रतिरोध बहुत अधिक है। यदि कुण्डली Q का मान १०० है तो

$$R_1 = Q_1 X_1 = 100 \times 800 = 80{,}000 \text{ ओम} \qquad (७–११८)$$

द्वैतीयक शण्ट प्रतिरोध R_2 का प्रभावकारी मान दो प्रभावों के कारण है—कुण्डली Q तथा 40Mc पर ट्यूब के इनपुट[2] प्रतिरोध। यदि कुण्डली Q का मान १०० है तथा ट्यूब का इनपुट प्रतिरोध १२,००० ओम है तो कुल १२,००० ओम के कारण है जिसके समानान्तर में

$$R = Q_2 X_2 = 100 \times 400 = 40{,}000 \text{ है} \qquad (७–११९)$$

जिससे

$$R_2 = \frac{12{,}000 \times 40{,}000}{12{,}000 + 40{,}000} \doteq 9{,}200 \text{ ओम} \qquad (७–१२०)$$

३. तब प्राप्त हो सकने वाले सर्वाधिक Q ओं के मान

$$Q_1 = \frac{R_1}{X_1} = \frac{80{,}000}{800} = 100 \qquad (७–१२१)$$

$$Q_2 = \frac{R_2}{X_2} = \frac{9{,}200}{400} = 23 \qquad (७–१२२)$$

४. सार्वभौम तनुकरण वक्रों, चित्र ४–६ से शिखा-उत्थान ०·१ वाले वक्र के लिए

$$\frac{n}{2m} = 0{\cdot}585 \qquad (७–१२३)$$

1. Coil loss, 2. Input.

५. प्रदत्त न्यासों[1] तथा दुगुने तनुकरण[2] से विचलन-अनुपात[3] (δ_1)

$$\delta_1 = 2/40 = 0 \cdot 05 \qquad (७–१२४)$$

चित्र ४–६ से $0 \cdot 1 \triangle$ वक्र के लिए दुगुने तनुकरण पर Z (या $2\delta/\sqrt{m}$) का मान

$$Z_1 = \frac{2\delta_1}{\sqrt{m}} = 1 \cdot 5 \qquad (७–१२५)$$

इस प्रकार समीकरण (७–१०९) में

$$m = \frac{4\delta_1^2}{Z_1^2} = \frac{4 \times 0 \cdot 05^2}{1 \cdot 5^2} = 0 \cdot 00444 \qquad (७–१२६)$$

६. समीकरण (७–१०९) से n के मान की गणना करो

$$n = 2m(n/2m) = 2 \times 0 \cdot 00444\ (0 \cdot 585)$$

$$= 0 \cdot 0052 \qquad (७–१२७)$$

७. अन्दाज़ से Q_2 तथा Q_1 के लिए हल करने पर

$$Q_2 = \frac{1}{\sqrt{n} - 1/Q_1} = \frac{1}{\sqrt{0 \cdot 0052} - 1/100}$$

$$= \frac{1}{0 \cdot 072 - \cdot 01} = 16 \cdot 1 \qquad (७–१२८)$$

तथा

$$Q_1 = \frac{1}{\sqrt{n} - 1/Q_2} = \frac{1}{\sqrt{0 \cdot 0052} - 1/23}$$

$$= \frac{1}{0 \cdot 072 - 0 \cdot 0435} = 35 \cdot 0 \qquad (७–१२९)$$

८. गणना द्वारा प्राप्त Q ओं के मानों की उनके वास्तविक मानों से तुलना करने पर पता चलता है कि गणना द्वारा प्राप्त दोनों Q वास्तविक Q ओं से कम, जिसका मतलब है कि कम से कम एक चक्र के साथ शण्ट प्रतिरोध जोड़ा जाय। क्योंकि द्वैतीयक का Q पहले ही कम है, अतः सर्वाधिक लाभ प्राप्त करने के दृष्टिकोण से यह अच्छा होगा कि इस प्रतिरोध को द्वैतीयक के साथ जोड़ा जाय। Q_2 का अन्तिम मान वही होगा जो कि समीकरण (७–१२८) में दिये गये इसके अनुमानतः[4] मान के बराबर

1. Data, 2. Attenuation, 3. Deviation Ratio, 4. Trial.

होगा, क्योंकि न तो Q_1 को तथा न n को परिवर्तित करना है। अतएव द्वैतीयक का कुल प्रभावकारी शण्ट प्रतिरोध निम्नलिखित हो जायेगा।

$$R_2 = X_2(\ldots Q_2) = 400 \times 16{\cdot}1 = 6{,}440 \text{ ओम} \qquad (७–१३०)$$

लेकिन समीकरण (७–१२०) से चक्र पहले से ही ९,२०० ओम के प्रतिरोध से भारित[1] है, इसलिए द्वैतीयक के साथ आवश्यक प्रतिरोध पूर्ण प्रतिरोध को ६,४४० ओम कर देने के लिए ठीक पर्याप्त है या

$$R_2 \text{ भार} = \frac{9{,}200 \times 6{,}440}{9{,}200 - 6{,}440} = 21{,}400 \text{ ओम} \qquad (७–१३१)$$

गणनाओं के ठीक होने की जाँच करने के लिए, समीकरण (७–१२९) में Q_2 का मान १६·१ रखकर Q_1 के मान की गणना की जा सकती है। उस दशा में

$$Q_1 = \frac{1}{\sqrt{0{\cdot}0052} - 1/16{\cdot}1}$$

$$= \frac{1}{0{\cdot}072 - 0{\cdot}062}$$

$$= \frac{1}{0{\cdot}01} = 100 \qquad (७–१३२)$$

यह Q_1 के वास्तविक मान से मिलती है, अतः गणनाएँ ठीक हैं।

९. द्वैतीयक को २१,४०० ओम, समीकरण (७–१३१) से शण्ट करके तथा युग्मता-गुणांक[2] को m का इच्छित मान देने के लिए समंजित करके चक्रों की रचना की जाती है। या समीकरण (४–१८) से

$$k^2 = m - \frac{1}{Q_1 Q_2} = 0{,}00444 - \frac{1}{100 \times 16{\cdot}1}$$

$$= 0{\cdot}00444 - 0{\cdot}00062 = 0{\cdot}00382$$

$$\text{या } k = \sqrt{0{\cdot}00382} = 0{\cdot}0195 \qquad (७–१३३)$$

१०. निम्नलिखित न्यासों[3] का उपयोग करके समीकरण (७–११२) से लाभ की गणना की जाती है—

1. Loaded, 2. Coupling Coefficient 3. Data.

$k=0\cdot0195$ समीकरण (७–१३३) से

$Q_1=100$ समीकरण (७–१३२) से

$Q_2=16\cdot1$ समीकरण (७–१२८) से

$X_1=800$ समीकरण (७–११५) से

$X_2=400$ समीकरण (७–११७) से

$g_m=6\cdot200\times10^{-6}$ ट्यूबों के न्यासों[1] से

इस प्रकार

$$\text{लाभ}=\frac{6{,}200\times10^{-6}\ (0.0195)\ \sqrt{800\times400}}{(0\cdot0195)^2+\dfrac{1}{100\times16.1}}$$

$$=15\cdot4 \text{ अनुनाद}^{2} \text{ पर} \qquad (७–१३४)$$

इस लाभ में से, शिखा-उत्थान ०·१ तथा Q अनुपात ०·१६१ उपयोग करने से प्राप्त लाभ चित्र ७–७ से अनुमानतः १·५४ आता है। इस प्रकार क्रान्तिक युग्मित[3] समभारित चक्र[4] का सन्दर्भ लाभ[5] $\frac{१५\cdot४}{१\cdot५४}$ = १० हुआ। बिना शिखा-उत्थान ($\triangle=0$) के भी असंममित भार[6] के कारण लाभ समभारित चक्र के लाभ का १·२६ गुना होगा जिससे पद-लाभ[7] १२·६ प्राप्त होगा।

७–७. ५. युग्मित जोड़ों वाला बहुपदीय प्रवर्धक

क्रान्तिक रूप से युग्मित चक्रों के N जोड़ों को प्रयोग करने वाले प्रवर्धक तनुकरण[8] का प्रतिक्रिया लाक्षणिक निम्नलिखित है

$$A_n=\left[1+\left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^4\right]^{N/2} \qquad (७–१३५)$$

यह ध्यान देने योग्य है कि यह 2N समस्वरित चक्रों से सम्भव औचित्य[9] से भिन्न है; क्योंकि यह समीकरण (७–१७) से

$$A_n=\sqrt{1+\left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^{4N}} \qquad (७–१३६)$$

1. Data, 2. Resonance, 3. Critically coupled, 4. Equally loaded circuit, 5. Reference gain, 6. Unsymmetrical loading, 7. Stage gain, 8. Attenuation, 9. Optimum.

माना कि किसी i-f प्रवर्धक में केवल चार समस्वरित चक्रों का उपयोग करना चाहते हैं। इस प्रकार के समंजन का सर्वाधिक उपयोग करने के लिए, कुल[1] तनुकरण लाक्षणिक निम्न होने चाहिए

$$A=\sqrt{1+\left(\frac{\delta}{\delta_1}\right)^8} \qquad (७–१३७)$$

इस फल की प्राप्ति का एक उपाय तो स्टैगर्ड[2] चतुष्पद[3] का प्रयोग करना है लेकिन एक दूसरा उपाय दो ऐसे युग्मित जोड़ों[4] का प्रयोग करना है जिसमें से एक का तनुकरण[5] वक्र निम्न समीकरण से निर्धारित हो

$$A_1=\sqrt{1+aZ^2+Z^4} \qquad (७–१३८)$$

तथा दूसरे का

$$A_2=\sqrt{1+bZ^2+Z^4} \text{ से हो।} \qquad (७–१३९)$$

इनका गुणनफल

$$A_1A_2=\sqrt{(1+aZ^2+Z^4)(1+bZ^2+Z^4)} \qquad (७–१४०)$$

तथा इसको निम्नलिखित के समरूप[6] बनाया जाता है

$$A_1\ A_2=\sqrt{1+Z^8} \qquad (७–१४१)$$

समीकरण (७–१४०) का विस्तार करने पर

$$A_1A_2=\sqrt{1+(a+b)Z^2+(2+ab)^4+(a+b)Z^6+Z^8} \qquad (७–१४२)$$

इस प्रकार यदि समीकरण (७–१४२) को समीकरण (७–१४१) के समरूप करना है तो यह आवश्यक है कि Z^2, Z^4 तथा Z^6 वाले पदों के गुणांक[7] पृथक्-पृथक् रूप से शून्य हों, या

$$a+b=0$$
$$2+ab=0 \qquad (७–१४३)$$

तथा

a तथा b में युगपत् समीकरण[8] को हल करने से

$$b=\pm\sqrt{2} \qquad (७–१४४)$$

$$a=\pm\sqrt{2} \qquad (७–१४५)$$

1. Over-all, 2. Staggered, 3. Quadruplet, 4. Coupled pairs, 5. Attenuation, 6. Identical, 7. Coefficients, 8. Simultaneous equation.

लेकिन समीकरण (७–१३८) या समीकरण (७–१३९) में a या b समीकरण (४–१५) से $-2[1-(n/2m)]$ के बराबर हैं
इसलिए एक जोड़े के लिए

$$-2\left(1-\frac{n}{2m}\right)=\sqrt{2} \qquad (७–१४६)$$

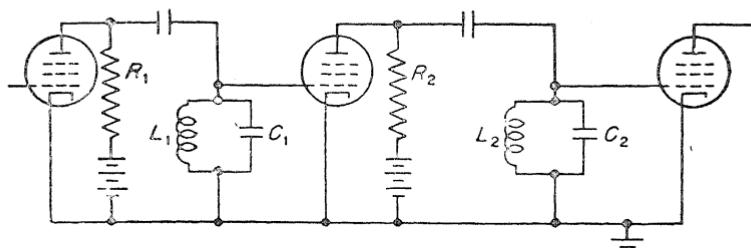
या
$$\frac{n}{2m}=1+\frac{\sqrt{2}}{2}=1\cdot707 \qquad (७–१४७)$$

या यह जोड़ा न्यून युग्मित[1] है। इसी प्रकार दूसरे जोड़े में

$$-2\left(1-\frac{n}{2m}\right)=-\sqrt{2} \qquad (७–१४८)$$

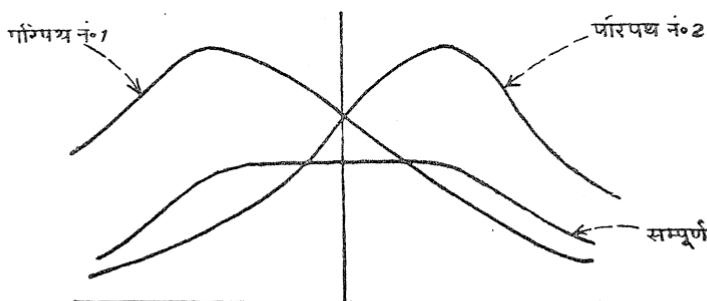
या $n/2m=1-\sqrt{2}/2=0\cdot293$ (७–१४९)

या यह जोड़ा लगभग ४०% के शिखा-उत्थान के साथ अधिक युग्मित[2] है।

कुल तनुकरण लाक्षणिक को उचित रूप[3] में प्राप्त करने के लिए यही विधि कितने ही जोड़ों के लिए अपनायी जा सकती है। लेकिन प्रयोगात्मक रूप से इस पद्धति द्वारा अनेक समस्वरित चक्रों के कारण चयन रूप[4] से प्रदत्त अन्तिम सीमा[5] की आवश्यकता नहीं है। क्योंकि सम्भवतः तीन i-f ट्यूब प्रयुक्त किये जाते हैं जिससे चार अन्तःपद[6] चक्र प्रयुक्त किये जायेंगे। इसलिए अभीष्ट चयनता को प्राप्त करने के लिए चार एक-समस्वरित[7] स्टैगर्ड[8] चक्र प्रयुक्त किये जा सकते हैं।

७–८. स्टैगर्ड समस्वरित इकहरे[9] चक्रों वाले I-f प्रवर्धक चक्र

पट्ट-पथ[10] प्रतिक्रिया प्राप्त करने के लिए इकहरे समस्वरित चक्रों को ट्यूबों के बीच युग्मकारी अवयवों की भाँति प्रयुक्त किया जा सकता है। इसके लिए विभिन्न चक्रों को ज़रा सी भिन्न-भिन्न आवृत्तियों से स्वरित करना पड़ेगा तथा उनके Qओं के मान निर्धारित मानों के बराबर करने पड़ेंगे। इनमें से कुछ पद्धतियों का अध्ययन यहाँ किया जायेगा।

1. Under coupled, 2. Overcoupled, 3. Optimised form, 4. Selectivity, 5. Extreme skirt, 6. Interstage, 7. Single tuned, 8. Staggered, 9. Single, 10. Band-pass.

७–८.१. स्टैगर्ड द्विपदीय[1]

चित्र ७–८ से पट्ट-पथ समंजन प्रदान करने के लिए ज़रा सी भिन्न आवृत्तियों से स्वरित दो इकहरे-स्वरित[2] चक्र प्रदर्शित किये गये हैं। चित्र ७–९ में इन चक्रों का

चित्र ७–८. एक स्टैगर्ड-द्विपदीय की भाँति समंजित दो इकहरे-स्वरित चक्र L_1C_1 तथा L_2C_2.

प्रेषण लाक्षणिक तथा दोनों चक्रों का गुणनफल प्रदर्शित किया गया है, जो कि पूर्ण[3] प्रेषण लाक्षणिक है। यह देखा जायगा कि यह पूर्ण प्रेषण लाक्षणिक आवृत्तियों के काफी अधिक विस्तार पर चौरस[4] है।

प्रश्न यह है कि प्रत्येक चक्र की क्या बनावट रखी जाय जिससे अभीष्ट कुल लाक्षणिक प्राप्त हो सके; अर्थात् प्रत्येक चक्र का Q क्या होना चाहिए तथा प्रत्येक चक्र को मध्य आवृत्ति से कितनी दूर अनुनाद-स्वरित करना चाहिए।

चित्र ७–९. स्टैगर्ड द्वि-पदीय के दो चक्रों के पृथक्-पृथक् तथा कुल प्रतिक्रिया लाक्षणिक।

1. Staggered doublet, 2. Single-tuned, 3. Over-all, 4. Flat.

एक अकेले चक्र का व्यापक तनुकरण[1] लाक्षणिक निम्नलिखित समीकरण से प्रदर्शित होता है—

$$a=\sqrt{1+z^2} \qquad (७—१५०)$$

जहाँ कि $z=2\delta Q$ (७—१५१)

$$\delta=\frac{\text{अनुनाद से आवृत्ति}}{\text{अनुनाद–आवृत्ति}}=\frac{f-f_0}{f_0} \qquad (७—१५२)$$

$$f_0=\text{अनुनाद–आवृत्ति} \qquad (७—१५३)$$

दो इकहरे-स्वरित चक्रों के लिए मान लिया कि मध्य से हटकर[2] स्वरित होने के कारण उनमें से प्रत्येक के तनकरण वक्र निम्नलिखित हैं

$$A_1=\sqrt{1+a^2(Z-Z_0)^2} \qquad (७—१५४)$$

तथा

$$A_2=\sqrt{1+a^2(Z+Z_0)^2} \qquad (७—१५५)$$

जहाँ कि

Z_0=अ-स्वरण[3] की मात्रा

a=Q में परिवर्तन

कुल तनुकरण[4] A_1A_2 के गुणनफल से दिया जाता है। या

$$A_1A_2=\sqrt{[1+a^2(Z-Z_0)^2][1+a^2(Z+Z_0)^2]} \qquad (७—१५६)$$

लेकिन यह लाक्षणिक दो समस्वरित चक्रों के औचित्य-लाक्षणिक[5] से रूप[6] में मिलना चाहिए। मान[7] में मिलान आवश्यकीय नहीं है। जिससे

$$A_{\text{कुल}}=B\sqrt{1+Z^4} \qquad (७–१५७)$$

जहाँ B=आंकिक मान संशोधक अवयव।

समीकरण (७–१५६) को समीकरण (७–१५७) के बराबर रखने तथा इस समीकरण के दोनों पक्षों का वर्ग करने से

$$[1+a^2(Z-Z_0)^2][1+a^2(Z+Z_0)^2]=B^2(1+Z^4) \qquad (७—१५८)$$

वाम पक्ष का विस्तार करके तथा Z के बढ़ते हुए घातों वाले पदों को एकत्रित करने पर

$$(1+a^2Z_0^2)^2+2a^2(1-a^2Z_0^2)Z^2+a^4Z^4=B^2+B^2Z^4 \qquad (७—१५९)$$

1. Attenuation, 2. Off-centre, 3. Detuning, 4. Over-all attenuation, 5. Optimised characteristic

बायें तथा दायें पक्षों के पदों के बराबर होने के लिए Z^2 के गुणांक शून्य के बराबर होने चाहिए, इस प्रकार

$$2a^2(1-a^2Z_0^2)=0 \qquad (७—१६०)$$

इसके अतिरिक्त दोनों पक्षों में Z^0 तथा Z^4 के गुणांक भी आपस में बराबर होने चाहिए या

$$(1+a^2Z_0^2)^2=B^2 \qquad (७—१६१)$$

$$a^4=B^2 \qquad (७—१६२)$$

समीकरण (७–१६०) को Z_0^2 के लिए हल करने पर

$$Z_0^2=1/a^2 \qquad (७—१६३)$$

समीकरण (७–१६१) तथा समीकरण (७–१६२) को बराबर लिखने से

$$(1+a^2Z_0^2)^2=a^4 \qquad (७—१६४)$$

समीकरण (७–१६४) में समीकरण (७–१६३) को स्थापित करने से

$$(1+1)^2=a^4$$

या $a^2=2$

या $a=\sqrt{2}$ (७—१६५)

समीकरण (७–१६५) को समीकरण (७–१६३) में रखने से

$Z_0^2=1/2$ या $Z_0=\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ (७—१६६)

क्योंकि $A=\sqrt{2}$ के लिए $Z=1$ अतः पट्ट-चौड़ाई[1] २ हुई जिससे

$$Z_0=\frac{BW}{2\sqrt{2}} \qquad (७—१६७)$$

स्टैगर्ड द्विपदीय[2] के निर्माण के लिए नियम—

१. एक साधारण इकहरे-स्वरित चक्र का Q_0 ज्ञात करो। चक्र के पट्ट की चौड़ाई ($A=\sqrt{2}$) बनाये जाने वाले स्टैगर्ड-द्विपदीय की अभीष्ट पट्ट-चौड़ाई के बराबर होनी चाहिए। Q_0 का मान f_0/BW के बराबर होगा यानी मध्य आवृत्ति को पट्ट की चौड़ाई से भाग देने पर प्राप्त फल के बराबर होगा।

२. फिर स्टैगर्ड-द्विपदीय के प्रत्येक चक्र को इस प्रकार बनाया जाता है कि उसके Q का मान aQ_0 या नियम 1 में प्राप्त Q के मान का $\sqrt{2}$ गुना हो।

1. Band width, 2. Staggered Doublet.

३. स्टैगर्ड-द्विपदीय के एक चक्र को एक ऐसी आवृत्ति से स्वरित करो जो मध्य आवृत्ति से $\frac{\text{पट्ट-चौड़ाई}}{2\sqrt{2}}$ नीचे हो।

४. स्टैगर्ड-द्विपदीय के दूसरे चक्र को एक ऐसी आवृत्ति से स्वरित करो जो मध्य आवृत्ति से $\frac{\text{पट्ट-चौड़ाई}}{2\sqrt{2}}$ ऊपर हो।

उदाहरण के लिए माना कि एक i-f प्रवर्धक के लिए एक ऐसे स्टैगर्ड-द्विपदीय की रचना करनी है जिसकी पट्ट-चौड़ाई, 40 Mc मध्य आवृत्ति पर, 4 Mc हो।

१ Q_0 का मान

$$Q_0 = \frac{f_0}{BW} = \frac{40}{4} = 10 \qquad (७—१६८)$$

२. स्टैगर्ड जोड़े में से प्रत्येक के Q का मान

$$Q = aQ_0 = \sqrt{2}Q_0 = \sqrt{2} \times 10 = 14{\cdot}14 \qquad (७—१६९)$$

३. द्विपदीय का एक चक्र f_0 से $\frac{BW}{2\sqrt{2}}$ नीचे स्वरित किया जाता है अतः इससे अनुनाद करने वाली आवृत्ति

$$f_{01} = f_0 - \frac{BW}{2\sqrt{2}} = 40 - \frac{4}{2\sqrt{2}} = 38{\cdot}59 \text{ Mc} \qquad (७—१७०)$$

४. दूसरा द्विपदीय चक्र f_0 से $\frac{BW}{२\sqrt{२}}$ ऊपर वाली आवृत्ति से स्वरित किया जाता है, अतः इससे अनुनाद करने वाली आवृत्ति

$$f_{02} = f_0 + \frac{BW}{2\sqrt{2}} = 40 + \frac{4}{2\sqrt{2}} = 41{\cdot}41 \text{ Mc} \qquad (७—१७१)$$

७–८२. स्टैगर्ड-त्रिपदीय[1]

स्टैगर्ड द्विपदीय की भाँति इस दशा में भी पृथक्-पृथक् चक्रों के तनुकरण लाक्षणिकों के गुणनफल को निर्मित चक्र के उचित[2] तनुकरण लाक्षणिक के बराबर रखा जाता है तथा गुणांकों के लिए हल कर लिया जाता है। त्रिपदीय में एक चक्र को मध्य आवृत्ति

1. Staggered Triplet, 2. Optimised.

के साथ तथा अन्य दो चक्रों में से क्रमानुसार एक को मध्य आवृत्ति के नीचे तथा दूसरे को मध्य आवृत्ति के ऊपर स्वरित किया जाता है। इस प्रकार

$$A_1A_2A_3 = \sqrt{[1+a^2(Z-Z_0)^2][1+a^2(Z+Z_0)^2][1+b^2Z^2]}$$
$$= B\sqrt{1+Z^6} \qquad (७–१७२)$$

गुणांक a^2 तथा b^2 को Q ओं में होने वाले परिवर्तनों के लिए लिया गया है तथा Z_0 को मध्य आवृत्ति से निश्चित अ-स्वरण[1] दिखाने के लिए लिया गया है। समीकरण (७–१७२) के वर्ग को विस्तृत करके Z के घातों के अनुसार रखने पर

$$(1+a^2Z_0^2)^2+[2a^2(1-a^2Z_0^2)+b^2(1+a^2Z_0^2)^2]Z^2+$$
$$[a^4+2a^2b^2(1-a^2Z_0^2)]Z^4+a^4b^2Z^6 = B^2+B^2Z^6 \qquad (७–१७३)$$

समान घातों के गुणांकों को बराबर लिखने से (Z^2 तथा Z^4 के गुणांक दायें पक्ष में शून्य हैं) चार युगपत्समीकरण[2] प्राप्त होते हैं—

$$(1+a^2Z_0^2) = B^2 \qquad (७–१७४)$$

$$a^4b^2 = B^2 \qquad (७–१७५)$$

$$2a^2(1-a^2Z_0^2)+b^2(1+a^2Z_0^2)^2 = 0 \qquad (७–१७६)$$

$$a^4+2a^2b^2(1-a^2Z_0^2) = 0 \qquad (७–१७७)$$

अज्ञात राशियों के लिए इन समीकरणों को हल करने पर

$$a = 2 \qquad (७–१७८)$$

$$b = 1 \qquad (७–१७९)$$

$$Z_0 = \sqrt{0{\cdot}75} \qquad (७–१८०)$$

$$B = 4 \qquad (७–१८१)$$

पहले की भाँति Z_0 अ-स्वरण को वहाँ प्रदर्शित करता है जहाँ मध्य से नापे जाने पर पट्ट की किनार के लिए $Z=1$ होता है। पट्ट-चौड़ाई के रूप में अ-स्वरण[3] इसका आधा है या $(Z_0/2)$BW है। इस प्रकार स्टैगर्ड त्रिपदीय के निर्माण के लिए निम्नलिखित नियम हैं—

1. Detuning, 2. Simultaneous Equations, 3. Detuning.

१. एक साधारण इकहरे-स्वरित चक्र का Q_0 ज्ञात करो। चक्र के पट्ट की चौड़ाई ($A=\sqrt{२}$) बनाये जाने वाले स्टैगर्ड त्रिपदीय की अभीष्ट पट्ट-चौड़ाई के बराबर होनी चाहिए। Q_0 का मान f_0/BW के बराबर होगा यानी मध्य आवृत्ति के पट्ट-चौड़ाई से भाग देने पर प्राप्त फल के बराबर होगा।

२. त्रिपदीय का मध्य चक्र मध्य आवृत्ति से समस्वरित कर लिया जाता है। इसको इस प्रकार बनाया जाता है कि इसके Q का मान Q_0 के बराबर हो।

३. बगल के दो चक्रों को इस प्रकार बनाया जाता है कि उनके Q का मान Q_0 के दुगुने के बराबर हो।

४. एक चक्र को मध्य आवृत्ति से पट्ट-चौड़ाई की $\sqrt{०\cdot७५/२}$ गुनी **कम** आवृत्ति पर या $\sqrt{0\cdot1875}$ BW कम आवृत्ति पर समस्वरित किया जाता है।

५. दूसरे चक्र को मध्य आवृत्ति से पट्ट-चौड़ाई की $\sqrt{०.७५/२}$ गुनी **अधिक** या $\sqrt{0\cdot1875}$ BW अधिक आवृत्ति पर समस्वरित किया जाता है।

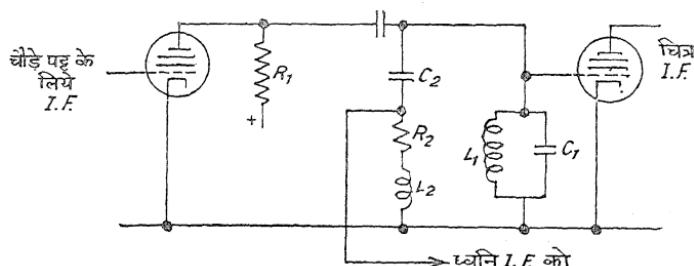
७–८·३ n–स्टैगर्ड समस्वरित चक्र

इसी प्रकार यह सम्भव है कि n-स्टैगर्ड चक्रों के लिए सापेक्ष Q ओं की तथा अ-स्वरणों की गणना की जा सके। सारणी ७–१ में, १, २, ३, ४ और ५ स्टैगर्ड चक्रों के लिए गणनाओं की समीक्षा दी गयी हैं।[१] नियम यह है कि Q_0 को ज्ञात करो, $Q_0=f_0/BW$ होता है। तब पृथक्-पृथक् चक्रों की बनावट के हेतु आवश्यक न्यासों[२] के लिए सारणी का निरीक्षण करो।

सारणी के A शीर्षक वाले खाने में मध्य आवृत्ति पर प्राप्त तनुकरण को प्रदर्शित किया गया है जब कि सब स्टैगर्ड चक्र मध्य आवृत्ति से समस्वरित होने की तुलना में पूरा स्टैगर्ड समूह ही उचित रूप से समस्वरित किया जाय। लेकिन Q स्टैगर्ड समस्वरण सिद्धान्त के अनुसार है। इस प्रकार उदाहरण के लिए यदि तीनों त्रिपदीय चक्र[३] अकस्मात् f_0 के साथ स्वरित हो जायँ तो उनके उचित समस्वरण होने की अपेक्षा f_0 पर वोल्टता में लाभ[४] चार गुना हो जायगा।

1. Burroughs, F. L. Simplified Wide Band Amplifiers, Radio and Television News, October, 1948, p. 58. (By special permissiom of the publishers), 2. Data, 3. Triplet, 4. Gain.

तालिका ७–१. स्टैगर्ड समस्वरित चक्रों की बनावट के लिए सारांश

स्टैगर्ड	चक्र सं०	निम्न पर अनुनादित	Q	A
द्विपदीय (doublet)	१	$f_0 - 0{\cdot}3535$ BW	$1{\cdot}414Q_0$	2
	२	$f_0 + 0{\cdot}3535$ BW	$1{\cdot}414Q_0$	
त्रिपदीय (Triplet)	१	$f_0 - 0{\cdot}433$ BW	$2Q_0$	
	२	f_0	Q_0	4
	३	$f_0 + 0{\cdot}433$ BW	$2Q_0$	
चतुष्पदीय (Quadruplet)	१	$f_0 - 0{\cdot}46$ BW	$2{\cdot}63Q_0$	
	२	$f_0 - 0{\cdot}19$ BW	$1{\cdot}086\ Q_0$	
	३	$f_0 + 0{\cdot}19$ BW	$1{\cdot}086\ Q_0$	8
	४	$f_0 + 0{\cdot}46$ BW	$2{\cdot}63\ Q_0$	
पंचपदीय (Quintuplet)	१	$f_0 - 0{\cdot}48$ BW	$3{\cdot}23\ Q_0$	
	२	$f_0 - 0{\cdot}29$ BW	$1{\cdot}235\ Q_0$	
	३	f_0	Q_0	16
	४	$f_0 + 0{\cdot}29$ BW	$1{\cdot}235\ Q_0$	
	५	$f_0 + 0{\cdot}48$ BW	$3{\cdot}23\ Q_0$	

७–९. कूट[१] चक्र तथा श्रुति मार्ग[२] टेक-ऑफ़[३] सम्बन्ध[४]

एक चौड़े-पट्ट वाले i-f प्रवर्धक में वीडियो[५] द्वितीय परिचायक[६] से पहले किसी स्थान पर चित्र i-f समस्वरित चक्रों में से किसी एक के साथ एक पार्श्व मार्ग[७] को युग्मित कर देना चाहिए। यह दो काम करेगा। यह चित्र i-f मार्ग में वाहक आवृत्ति पर अतिरिक्त[८] तनुकरण[९] प्रविष्ट करेगा तथा प्रवर्धन के लिए उचित ध्वनि i-f संकेत वोल्टता प्रदान करेगा जो कि टेलीविज़न कार्यक्रम के श्रुत भाग के लिए परिचायित[१०] की जा सकेगी।

टेक-ऑफ़ चक्रों के अतिरिक्त वीडियो द्वितीय परिचायक से पहले दूसरे i-f ट्रान्सफार्मरों या स्वरित चक्रों के साथ में इससे भी अधिक तनुकरण प्राप्त करने के लिए दूसरे कूट[११] चक्रों को युग्मित किया जा सकता है।

1. Trap, 2. Audio Channel, 3. Take-off, 4. Connections, 5. Vedio, 6. Detector, 7. Side Channel, 8. Additional, 9. Attenuation, 10. Detect, 11. Trap.

७—९.१. I-f समस्वरित चक्र के समानान्तर में श्रेणी-समस्वरित कूट

इस प्रकार के एक कूट चक्र को चित्र ७-१० में प्रदर्शित किया गया है।

चित्र ७—१० समस्वरित चक्र L_2C_2 का उपयोग दो कामों के लिए किया गया है। ध्वनि चित्र i-f प्रवर्धन ट्यूब के सिरे पर तनुकरण पैदा करने के लिए तथा ध्वनि i-f प्रवर्धन शृंखला को उत्तेजित करने के लिए उचित वोल्टता विकसित करने के लिए।

चौड़े पट्ट का चित्र i-f पद L_1 तथा C_1 से समस्वरित होता है तथा R_1 से अवमन्दित[2] होता है। ध्वनि i-f कूट तथा 'टेक-आफ़' चक्र L_2, C_2 और R_2 के श्रेणी सम्बन्ध से बने हैं जो समस्वरित चक्र L_1, C_1 के सिरों से जुड़े हैं।

पूर्ण जालचक्र की अवबाधा[3] निम्नलिखित से दी जाती है—

$$Z=\frac{1}{\dfrac{1}{j\omega L_1}+\dfrac{1}{R_1}+j\omega C_1+\dfrac{1}{R_2+j\left(\omega L_2-\dfrac{1}{\omega C_2}\right)}} \qquad (७-१८२)$$

इसको एक अधिक आसान रूप में लिखा जा सकता है—

$$Z=\frac{R_1}{1+jQ_1\left(\dfrac{f}{f_1}-\dfrac{f_1}{f}\right)+\dfrac{R_1}{R_2}\left[\dfrac{1}{1+jQ_2\left(1-\dfrac{f_2^2}{f^2}\right)}\right]} \qquad (७-१८३)$$

जहाँ कि

$$Q_1=R_1/\omega_1L_1$$
$$Q_2=\omega_2L_2/R_2$$

1. Damped, 2. Impedance.

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}} = \text{मुख्य चक्र अनुनाद}^{1}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2C_2}} = \text{कूट}^{2} \text{ चक्र अनुनाद}$$

समीकरण (७-१८३) के अध्ययन से पता चलता है कि $f = f_2$ पर अवबाधा[3] उस मान से कम हो जाती है जो R_2 के R_1 के समानान्तर में होने पर प्राप्त होता है। इसलिए R_1 से R_2 के अनुपात को बड़ा बनाकर चक्र बनाने से f_2 पर काफी तनुकरण प्राप्त होता है। इसके अतिरिक्त यदि f_2 से भिन्न आवृत्तियों पर कूट चक्र का प्रभाव बहुत कम करना है तो Q_2 का मान अधिक होना चाहिए जिससे हर[4] का अन्तिम पद, f में कूट आवृत्ति[5] f_2 से परिवर्तन होते ही, शीघ्र से शीघ्र नगण्य हो जाय। इसके लिए L_2 को अधिक से अधिक बनाना चाहिए।

कूटचक्र की बनावट के विषय में क्या करना चाहिए इसका स्पष्ट ज्ञान करने के लिए निम्नलिखित उदाहरण पर ध्यान दो--

उदाहरण--मान लो कि चक्र L_1, C_1 24 Mc$=f_1$ पर समस्वरित हैं; Q_1 का मान 8 है जो 3 Mc की पट्ट-चौड़ाई (BW) प्रदान करता है; $f_2=22$ Mc ध्वनि if; $R_1=3{,}000$ ओम, $Q_2=100$ तथा $R_2=72{\cdot}5$ ओम। तब कूट चक्र की अनुपस्थिति में $f=f_1$ पर प्रतिक्रिया 3,000 ओम है। $f=f_2$ पर इसका मान

$$Z = \frac{3{,}000}{1+j8(24/22-22/44)} = \frac{3{,}000}{1+j1{\cdot}39}$$

या $|Z| = 1{,}750$ ओम (७–१८४)

अब कूटचक्र के यथास्थान होने पर $f=f_2$ पर

$$Z = \frac{3{,}000}{1+j1{\cdot}39+3000/72{\cdot}5} = \frac{3{,}000}{42.3+j1{\cdot}39}$$

या $|Z| = 70.5$ ओम (७–१८५)

इस प्रकार f_2 पर जुड़ा हुआ

$$A = \frac{1{,}750}{70.5} = 25 \text{ गुना या } 28 \text{ db.} \qquad (७–१८६)$$

1. Resonance, 2. Trap, 3. Impedance, 4. Denominator, 5. Trap frequency.

इस प्रकार के कूटों से साधारणतया प्राप्त हो सकने वाले तनुकरण से वह कुछ अधिक है; प्रयोगात्मक कूट केवल लगभग २० db या १० गुना वोल्टता तनुकरण प्रदान कर सकते हैं।

जब चित्र ७-१० में प्रदर्शित कूट चक्र में जोड़ा जाता है तो प्रधान चक्र कूट चक्र के प्रतिकर्तृत्व[1] के कारण अस्वरित[2] हो जाता है। ऊपर दिये गये उदाहरण में f_2 से अधिक मान की कुल आवृत्तियों के लिए कूट चक्र के समानान्तर में शण्ट-प्रेरकत्व[3] की भाँति प्रकट होता है। इसलिए यह आवश्यक है कि मुख्य अनुनाद आवृत्ति को उसके आरम्भिक मान के बराबर करने के लिए L_1 को जरा सा बढ़ाकर पुनः समस्वरण करना चाहिए।

इस प्रकार $f=f_1$ के लिए समीकरण (७-१८३) को हल करने से यह पता चलेगा कि Z 3,000 के बराबर न रहेगा बल्कि इसका मान निम्न हो जायगा।

$$Z=\frac{3\cdot000}{1+\frac{3,000}{72\cdot5}\left[\frac{1}{1+j100\left(1-\frac{22^2}{24^2}\right)}\right]}$$

$$=\frac{3,000}{1+41\cdot3\left(\frac{1}{1+j16}\right)}$$

$$=\frac{3,000}{1+0\cdot161-j2\cdot57}=\frac{3,000}{1\cdot161-j2\cdot57} \qquad (७—१८७)$$

पद—$j2\cdot57$ ऊपर जिक्र किया हुआ अस्वरण[4] है। यदि अब L_1 को जरा सा बढ़ाकर समंजित किया जाय तो पद $jQ_1[(f/f_1)-(f_1/f)]$ से $+j2\cdot57$ मान हर[5] में प्राप्त किया जा सकता है। इस प्रकार अनुमानतः

$$Z \cong \frac{3,000}{1\cdot161}=2,580 \text{ ओम} \qquad (७—१८८)$$

जो कि प्रारम्भिक ३,००० ओम से काफी अधिक भिन्न नहीं है। यह परिवर्तन लाभ में १३% या 1·2 db की हानि के तुल्य है।

1. Reactance, 2. Detuned, 3. Shunt inductance, 4. Detuning, 5. Denominator.

७–९.२. प्रेरित-युग्मित कूट[1]

चित्र ७-१० में प्रदर्शित रूप से भिन्न अनेक रूपों में कूट-चक्र हो सकते हैं। लेकिन सबका प्रभाव मूल रूप से एक सा ही होता है। एक अन्य रूप में, जो साधारणतया प्रयुक्त किया जाता है, यह एक अनुनाद चक्र होता है जो प्रधान समस्वरित चक्र के प्रेरकत्व से प्रेरित-युग्मित रहता है। इस दशा में पूरे जाल चक्र की[2] अवबाधा

$$Z=\cfrac{1}{1/R_1+j\omega C_1+\cfrac{1}{j\omega L_1+\cfrac{\omega^2M^2(R_2-jX_2)}{R_2^2+X_2^2}}} \qquad (७\text{—}१८९)$$

जहाँ

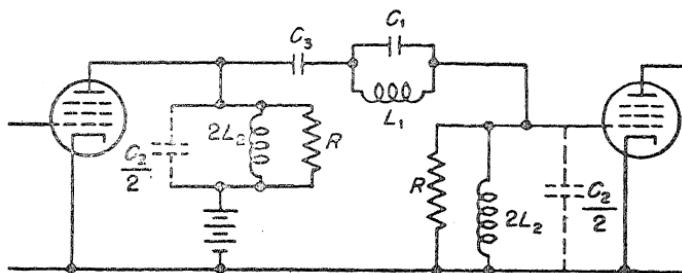
$X_2=\omega L_2-(1/\omega C_2)$

L_2=कूट प्रेरकत्व

C_2=कूट धारिता[3]

R_2=कूट का श्रेणी प्रतिरोध

$M=k\sqrt{L_1L_2}$

समीकरण (७-१८२) को समीकरण (७-१८३) में संक्षिप्त करने की क्रिया की भाँति उक्त समीकरण को भी $R_1, R_2, Q_1, Q_2, k, \omega, \omega_1$ तथा ω_2 के व्यंजक की भाँति व्यक्त किया जा सकता है।

७–९.३. कैथोड-कूट

कूट-चक्र के एक दूसरे रूप में यह एक शण्ट अनुनाद चक्र होता है जो कि i-f प्रवर्धक के एक ट्यूब के साथ कैथोड और पृथ्वी के बीच जुड़ा रहता है। यह चक्र अपने अनुनाद से सम्बन्धित आवृत्ति पर पतन-प्रभाव[4] उत्पन्न करता है जिससे उस आवृत्ति के साथ भेद[5] करता है। इस प्रकार के कूट चक्र की प्रभावशीलता निर्वात ट्यूब के पारस्परिक प्रेरकत्व[6] के ऊपर निर्भर करती है। अतएव avc या परिवर्तनशील ग्रिड-बायस[7] को इस ट्यूब के साथ प्रयोग में नहीं लाना चाहिए। क्योंकि उच्च ऋणात्मक बायस से पारस्परिक प्रेरकत्व का मान इतना कम हो जाता है कि अच्छी प्रकार का भेद प्राप्त नहीं हो सकता।

1. Inductively coupled traps, 2. Impedance, 3. Capacitance, 4. Degenerative effect, 5. Discrimination, 6. Mutual inductance, 7. Grid bias.

७–९.४. M–व्युत्पन्न फिल्टर का कूट की भाँति प्रयोग

कूट के अन्तिम रूप में, जो वास्तव में कोई 'कूट' चक्र नहीं अपितु एक m-व्युत्पन्न पट्ट-पथ फिल्टर है, प्रचिलित फिल्टर सिद्धान्त को काम में लाया गया है। चक्र को चित्र ७-११ में प्रदर्शित किया गया है तथा इससे प्राप्त प्रेषण प्रतिक्रिया लाक्षणिक

चित्र ७–११. M–व्युत्पन्न पट्ट-पथ[1] फिल्टर जिसका प्रयोग i-f अन्तः पद[2] युग्म जाल चक्र के रूप में किया गया है। समस्वरित चक्र L_1C_1 अनिच्छित आवृत्तियों, जैसे सम्बन्धित ध्वनि if या पास वाले टेलीविजन संकेत मार्ग[3] की वाहक आवृत्ति को त्याग देता है।

चित्र ७-१२ में प्रदर्शित किया गया है। प्रेरकत्व[4] तथा धारिता[5] के मान निम्न समीकरणों से प्राप्त होते हैं।

$$L_1=\frac{4m_2L_k}{1-m_2^2} \quad (७—१९०) \qquad C_1=\left(\frac{1-m_1^2}{4\,m_1}\right)C_k \quad (७—१९१)$$

$$L_2=\frac{L_k}{m_2} \quad (७—१९२) \qquad C_2=m_1C_k \quad (७—१९३)$$

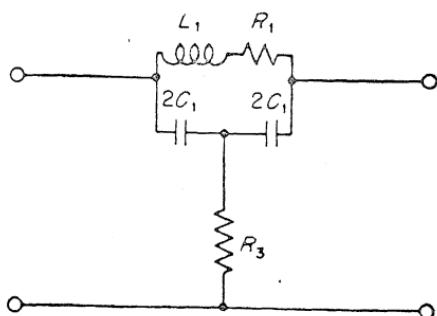
$$L_k=\frac{(f_2-f_1)R}{4\pi f_1f_2} \quad (७—१९४) \qquad C_k=\frac{1}{\pi(f_2-f_1)R} \quad (७—१९५)$$

$$m=\sqrt{\frac{1-(f_1^2\infty/f_1^2)}{1-(f_1^2\infty/f_2^2)}} \quad (७—१९६) \qquad m_1=\frac{f_1}{f_2}\,m_2 \quad (७—१९७)$$

C_0=रोकनेवाला[6] संघनित्र

1. Band-pass, 2. Interstage, 3. Channel., 4. Inductance, 5. Capacitance, 6. Blocking.

प्रदान कर सके। चित्र ७-१४ में प्रदर्शित की भाँति एक प्रतिरोध R_3 को C_1 के सहारे मध्य स्थिति तथा पृथ्वी के बीच जोड़ा जा सकता है। C_1 की मध्य स्थिति प्राप्त करने के लिए C_1 को दो बराबर-बराबर धारिताओं $2C_1$ में विभाजित कर दिया जाता है।

R_3 का आवश्यक मान निम्न है—

$$R_3=\frac{\omega^2L_1^2}{4R_1}=\frac{\omega L_1Q_1}{4} \qquad (७—२००)$$

जहाँ

$R_1=L_1$ के श्रेणी-क्रम में प्रभावकारी प्रतिरोध, जिसको Q का मान निकालकर ज्ञात किया जा सकता है।

$W=2\pi f\infty$ जहाँ $f\infty$ वह आवृत्ति है जिस पर अनन्त प्राप्त करना है

$Q_1=f\infty$ पर L_1 का Q है।

चित्र ७–१४. विशेष आवृत्ति पर वास्तविक अविक्षेप[1] प्राप्त करने के लिए सेतु-जाल चक्र।

प्रश्नावली

७-१. (अ) एक ग्राहक[2] का कोलाहल-अंक[3] ६·२ db है तथा वह ३०० ओम प्रतिरोध के एण्टिना से कार्य करता है। यदि इच्छित वीडियो से कोलाहल संकेत ३० db हो तथा चित्र-संक्रमण[4] अंक ०·८५ हो तो एण्टिना के सिरों के पृष्ठ स्तर[5] पर कितने संकेत स्तर की आवश्यकता होगी? अवशेष[6] बगल-पट्ट[7] कार्यविधि के लिए FCC प्रमाणों को मान लो।

1. Null, 2. Receiver, 3. Noise figure, 4. Picture modulation, 5. Back level, 6. Vestigial, 7. Side-band.

(ब) द्वितीय परिचायक की इनपुट पर एण्टिना के सिरों तथा i-f के चौरस[1] भाग में इस ग्राहक को कितना लाभ उपलब्ध होना चाहिए।

सामान्य भिन्नता[2] के ९०% संक्रमित संकेत की तुलना में संकेत की अनुपस्थिति में चित्र-ट्यूब पर कितनी कोलाहल वोल्टता उत्पन्न होगी ?

उत्तर (अ) 336 μv

(ब) लाभ=138,000 N/S=0·25 के लिए। ९०% संक्रमित संकेत की अपेक्षा ०·२७८ गुना कोलाहल।

७–२. एक द्वि-पदीय[3] ध्वनि i-f प्रवर्धक में ट्यूबों तथा 'इन-पुट' और 'आउट-पुट' के बीच एक-स्वरित[4] चक्र प्रयुक्त होते हैं। तीनों चक्रों में से प्रत्येक को मध्य-आवृत्ति से समस्वरित करते हैं और प्रत्येक के Q तथा X एक जैसे हैं।

(अ) इस प्रवर्धक के लिए स्थायी लाभ[5] की सीमित आवृत्ति के उसी प्रकार के समीकरण की स्थापना करो जैसा त्रि-पदीय युग्मित-चक्र के लिए समीकरण (७-४३) हैं। मान लो कि पूर्ण-तनुकरण[6] $\sqrt{2}$ के लिए अर्ध पट्ट-चौड़ाई f_1 है। [नोट—ये चक्र चित्र ७-१ के अनुसार समंजित नहीं हैं क्योंकि तीनों चक्रों का समुचित[7] उपयोग नहीं किया गया है।] तीनों में से प्रत्येक चक्र की शण्ट धारिता C_1 है।

(ब) यदि f_1=0·15 Mc, $C_1=10^{-11}$ फैराड C_0=0·0035 $\mu\mu$f तथा g_m=0·0052 mho हो तो सीमित आवृत्ति की गणना करो।

उत्तर

(अ) $f=\dfrac{97f_1{}^2C_1{}^2}{g_mC_0}$

(ब) 12 Mc

1. Flat, 2. Contrast, 3. Two-stage, 4. Single-tuned, 5. Stable gain, 6. Over all attenuation, 7. Optimum.

७–३. समस्वरित चक्रों के युग्मित जोड़े को एक-स्वरित चक्र से जोड़ा जाता है जिससे यह तनुकरण प्रतिक्रिया उसी प्रकार की अनुकूलित प्रतिक्रिया प्रदान कर सके जैसी कि समुचित प्रतिक्रिया

$A=\sqrt{1+Z^6}$ तीन समस्वरित चक्रों के लिए होती है।

चित्र– १५

(अ) द्वि-स्वरित[1] चक्र के n/2m के आवश्यक मान की गणना करो।

(ब) इस ट्रान्सफार्मर में शिखा-उत्थान[2] की गणना करो।

(स) जहाँ यह शिखा-उत्थान होता है वहाँ Z की गणना करो।

(द) यदि f_0 = मध्य आवृत्ति तथा BW=उस बिन्दु पर पट्ट-चौड़ाई है जहाँ सम्पूर्ण तनुकरण A का $\sqrt{2}$ हो, तो पूरे चक्र की बनावट के लिए सुझाव लिखो।

उत्तर

(अ) $n/2m=0{\cdot}5$

(ब) शिखा-उत्थान$=0{\cdot}155$

(स) Z=शिखा-उत्थान पर $0{\cdot}707$

७–४. सेतु[3] – T चक्र में R_3 के मान के लिए समीकरण (७–२००) की स्थापना करो अर्थात् समीकरण

$R_3=\dfrac{\omega^2 L_1^2}{4R_1}$ की स्थापना करो।

1. Double tuned, 2. Peakrise, 3. Bridged.

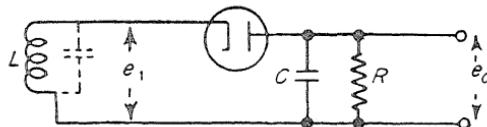
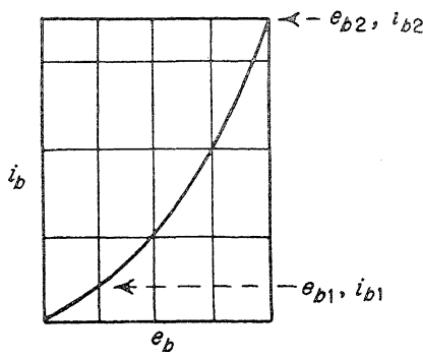
अध्याय ८

चित्र-द्वितीय-परिचायक[1]

८–१. चित्र-द्वितीय-परिचायक, आउट-पुट और इनपुट वोल्टता लाक्षणिकता[2]

एक चित्र-द्वितीय परिचायक परिपथ चित्र ८-१ में दर्शित है। चित्र I-F वोल्टता e_1 भार प्रतिरोध R के श्रेणी-क्रम में सम्बन्धित डाओड को दी जाती है। भार प्रतिरोध धारिता C द्वारा I-F के लिए बाई पास कर दी जाती है, वीडियो आवृत्ति के लिए नहीं। R के ऊपर वीडियो-वोल्टता चित्र-नलिका की समायोजन-ग्रिड के प्रयोग से पहले एक या एक से ज़्यादा वीडियो आवर्धक स्थितियों द्वारा आवर्धित की जाती है।

डाओड धारा-वोल्टता लाक्षणिकता चित्र ८–२ में प्रदर्शित है। यह सीधी रेखा नहीं है, परन्तु कुछ वक्रता रखती है जैसे कि डाओड आन्तरिक प्रतिरोध वोल्टता बढ़ने से कम होता है। धारा और वोल्टता में सम्बन्ध

$$i = ke^{\alpha} \qquad (८–१)$$

द्वारा दिया जाता है।

α का मान करीब १·५ होता है, यद्यपि यह १·५ से १·२ तक कोई भी मान रख सकता है जो डाओड की बनावट पर निर्भर है। तालिका ८–१ में ∞ और R_d (e_{b2} पर नलिका प्रतिरोध) के मान कई डाओड के लिए दिये हुए हैं।

α के बहुत करीब एक मान दो-बिन्दु पद्धति द्वारा चित्र ८-२ की स्थिति-लाक्षणिकता से प्राप्त हो सकता है जहाँ

$$\frac{i_{b2}}{i_{b1}} = \left(\frac{e_{b2}}{e_{b1}}\right)^{\alpha} \qquad (८—२)$$

1. Detector, 2. Characteristic.

चित्र ८–१. चित्र द्वितीय I-F परिचायक का परिपथ चित्र। जैसा कि यहाँ लिखित है डाओड e_0 पर ऋण-दिशा में जाने वाली वोल्टता देता है जो संयुक्त राष्ट्र टेलीविज़न प्रमाणों से ऋण दिशा में जाने वाला समक्रमिक पल्स उत्पन्न करेगा। डाओड धन-दिशा में जाने वाले समक्रमिक पल्स को प्राप्त करने के लिए उलटा जा सकता है।

चित्र ८–२. डाओड प्लेट-धारा, प्लेट वोल्टता लाक्षणिकता। e_{b1} e_{b2} के चतुर्थ पर लिया गया है, अन्तिम बिन्दु परिचायक होने वाले वेव के लिए उच्चतम एक्सकर्सन[1] धनाग्र है।

जहाँ e_{b2} स्थिति लाक्षणिकता पर सर्वोच्च बिन्दु पर लिया गया है और जहाँ e_{b1} e_{b2} का करीब-करीब चतुर्थांश है।

वीडिओ आउट-पुट वोल्टता e_0 के दिये हुए तल[2] के लिए इन-पुट वोल्टता e_1 निम्न तरीके से प्राप्त हो सकती है।

1. Excursion, 2. Level, 3. Exponent.

तालिका ८–१. घातांक[3] α और R_d के, बहुत से व्यापार स्तर पर प्राप्त डाओडों के लिए, मान

नलिका	α	R_d	नलिका	α	R_d
1A3	1·24	4,000	6H6	1·30	500
1B3GT	1·40	11,650	12Z3	1·42	107
1V	1·45	154	25Z5	1·45	100
5T4	1·46	139	35Z3	1·45	71
5U4G	1·48	183	35Z4	1·44	62
5W4	1·26	426	45Z3	1·48	127
5Y3	1·49	333	45Z5GT	1·46	55
5Z4	1·40	112	81	1·48	483
6AL5	1·36	171	117P7GT	1·44	76
6X5	1·46	224	117Z3	1·45	89
6ZY5G	1·45	308	117Z6	1·45	118

१. भार प्रतिरोध R में होकर जाने वाली d-c धारा की गणना करो; यह

$$i_b = e_0/R \qquad (८–३)$$

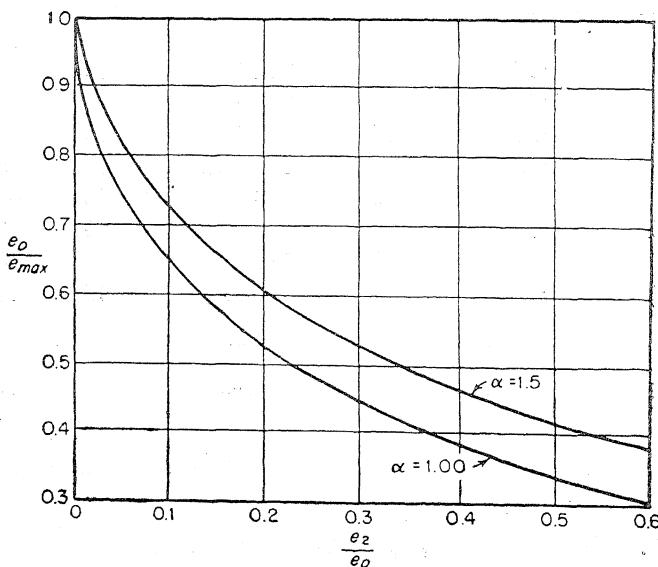
२. चित्र ८-२ की तरह स्थिति-लाक्षणिकता को संदर्भित कर नलिका के ऊपर तुल्य स्थिति वोल्टता उतार[1] मालूम करो।

३. इसके बाद अनुपात e_2/e_0 की गणना की जाती है।

४. चित्र ८-३ के संदर्भ से e_0/e_{max} का मान प्राप्त किया जाता है जहाँ $e_{max} = \sqrt{2}\, e_1$ चित्र ८-३ का वक्र α पर निर्भर प्लेट धारा तरंग आकार के लिए वक्र द्वारा जोड़ने की विधि[2] द्वारा प्राप्त हुआ है।

1·00 या 1·50 के अतिरिक्त α के मानों के लिए दिये हुए वक्रों के बीच सीधा अंतर्वेशन[3] अच्छी शुद्धता से उपयुक्त हो सकता है।

उदाहरण के लिए, माना परिचायक 6AL5 नलिकाओं के एक डाओड का है। तालिका ८-१ से α का मान 1·36 है। 2000 ओम भार प्रतिरोध के डाओड के ऊपर d-c 6·0 वोल्ट (e_0) उत्पन्न करने के लिए आवश्यकीय **मध्यमान वर्ग का वर्गमूल** (rms) वोल्टता e_1 का मान मालूम करो।

1. Drop, 2. Graphical Integration, 3. Interpolation.

1. d-c धारा

$$i_b = e_0/R = 6/2000 = 0{\cdot}003 \qquad (८–४)$$

है।

२. 6AL5 के डाओड-स्थिति लाक्षणिकता से ०·००३ अम्पीयर की डाओड धारा उत्पन्न करने के लिए आवश्यकीय d-c प्लेट वोल्टता e_2 एक वोल्ट है

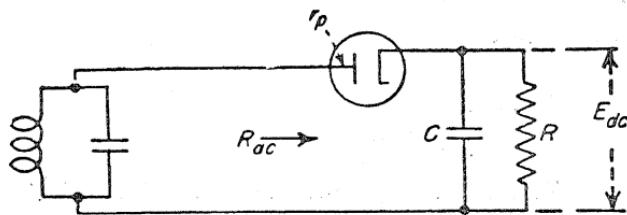
३. $e_2/e_0 = 1/6{\cdot}0 = 0{\cdot}166 \qquad (८–५)$

चित्र ८–३. e_2/e_0 और e_0/e_{max} के बीच सम्बन्ध दिखाने वाली α के फलन[1] वक्र e_0=d-c आउटपुट वोल्टता, e_{max}=a-e अक्ष से नापी हुई साइन-वेव[2] उत्तेजक वोल्टता की शीर्ष वोल्टता, और e_2 नलिका स्थिति लाक्षणिक से प्राप्त d-c वोल्टता जो d-c भार-धारा प्रवाहन के बराबर धारा उत्पन्न करने के लिए आवश्यकीय वोल्टता है। α के मान सूची ८–१ से प्राप्त हो सकते हैं। १·० और १·५ के बीच α के मान के लिए सीधा अन्तर्वेशन उपयुक्त हो सकता है।

४. चित्र ८-३ से जब $e_2/e_0 = 0{\cdot}166$, e_0/e_{max} का मान ०·६३ है जब $\alpha = 1{\cdot}36$

1. Function 2 Sine-Wave.

इस प्रकार

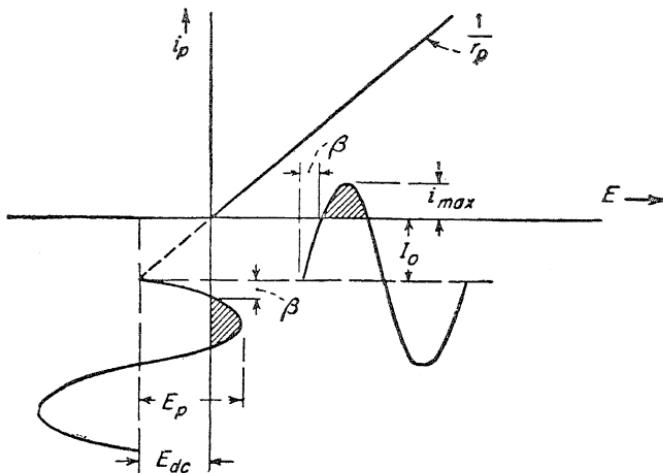
$$e_{max}=e_0/e_0/e_{max}=6{\cdot}0/0{\cdot}63=9{\cdot}52 \text{ वोल्ट} \qquad (८–६)$$

या

$$e_1=\frac{e_{max}}{\sqrt{2}}=\frac{9{\cdot}52}{\sqrt{2}}=6{\cdot}73 \text{ वोल्ट} \qquad (८–७)$$

बहुत सी आउटपुट वोल्टता e_0 लेने से e_1 के सम्बन्धित मान मालूम करना सम्भव है। और तब e_0 और e_1 के बीच वक्र परिचायक लाक्षणिकता का आकार मालूम करने के लिए खींच सकते हैं।

८–२. आगामी परिपथ पर डाओड भार

डाओड और इसका भार इसके पोषित समस्वरित परिपथ के लिए वास्तविक ह्रसित[1] भार प्रदर्शित करते हैं। चित्र ८-४ में परिचायक और इसके भार का तुल्य प्रतिरोध Rac द्वारा प्रदर्शित है। यह अनुभवसिद्ध है कि हानि का कुछ भाग नलिका के अन्दर है और कुछ भार प्रतिरोध R में। यह माना जायेगा कि भार बाई-पास[2] धारिता C I-F को बाई-पास करने के लिए काफी है जिससे कोई I-F तरंग R पर प्रकट न हो। यह शर्त अच्छी तरह तब समुचित होती है जब I-F उच्चतम वीडिओ आवृत्ति से कई गुनी होती है।

चित्र ८–४. आन्तरिक प्लेट प्रतिरोध r_p और d-c भार प्रतिरोध R के डाओड द्वारा उत्पन्न प्रभावकारी भार Rac के विश्लेषण हेतु परिपथ।

अध्ययन को सरल बनाने के हेतु यह माना जायगा कि परिचायक के चालन अवस्था में r_p का मान स्थिर रखता है जिसका आशय $\alpha=1{\cdot}0$ है। यद्यपि रेखीयता अध्ययन में यह नहीं माना गया था, परन्तु भार-प्रभाव के अध्ययन करने में ऐसा मानना अधिक अशुद्धि नहीं करेगा।

1. Dissipative, 2. By-pass.

चित्र ८-५ में $1/r_p$ को सीधी रेखा द्वारा प्रदर्शित कर आदर्श नलिका लाक्षणिकता प्रदर्शित है। इस चित्र में

Edc=उत्पन्न d-c वोल्टता (जो ऋणाग्र वायास[1] के तुल्य है)

Ep=काल्पनिक a-c वोल्टता अक्ष से नापी हुई शीर्ष[2] a-c वोल्टता।

चित्र ८-५. डाओड और भार के प्रभावकारी प्रतिरोध की गणना करने हेतु परिचायक का धारा वोल्टता वक्र।

r_p=नलिका प्लेट प्रतिरोध

i_{max}=नलिका द्वारा शीर्ष धारा

I_0=धारा की तरह नापी हुई काल्पनिक साइन-धारा वेव के a-c अक्ष से कट-ऑफ़ तक दूरी

B=काल्पनिक अक्ष पर शून्य और उस बिन्दु के बीच कोण जिस पर धारा बहना प्रारम्भ करती है।

यह देखा गया है कि औसत एनोड-धारा

$$Idc \cong \frac{1}{2\pi}\int_{B}^{\pi-B} (i_{max}+I_0)\ \sin\phi\ d\phi - \frac{I_0(\pi-2B)}{2\pi} \qquad (८—८)$$

द्वारा दी जाती है।

1. Bias, 2. Peak.

नलिका द्वारा उच्चतम धारा

$$i_{max}=\frac{Ep-Edc}{r_p} \qquad (८—९)$$

द्वारा मालूम की जाती है।

काल्पनिक धारा I_0

$$I_0=\frac{Edc}{r_p} \qquad (८—१०)$$

द्वारा मालूम की जाती है।

समी० (८-९) और (८-१०) को समी० (८-८) में रखने पर

$$Idc=\frac{Ep}{2\pi r_p}\int_B^{\pi-B} \sin\phi \, d\phi - \frac{Edc(\pi-2B)}{2\pi r_p} \qquad (८—११)$$

अब यह मालूम है कि

$$Idc=\frac{Edc}{R} \qquad (८—१२)$$

जहाँ R=डाओड d-c भार प्रतिरोध

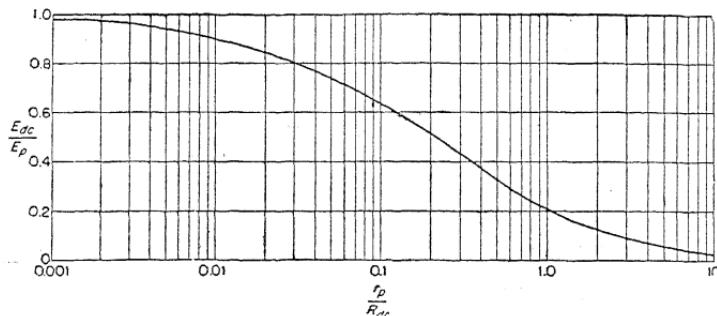
समी० (८-११) और (८-१२) के दाहिनी ओर के पक्षों को बराबर करने पर और r_p/R के लिए हल करने पर

$$\frac{r_p}{R}=\frac{Ep}{2\pi \ Edc}\int_B^{\pi-B} \sin\phi \, d\phi - \frac{\pi-2B}{2\pi} \qquad (८—१३)$$

$B=\sin^{-1}(Edc/Ep)$ को ध्यान में रखते हुए, पूर्णता की क्रिया कर तथा सीमा में रखने पर समी० (८-१३)

$$r_p/R=\frac{2 \cot B-(\pi-2B)}{2\pi} \qquad (८—१४)$$

हो जाता है।

$r_p/R \ Edc/E_p$ के फलन चित्र ८-६ में प्रदर्शित है।

सम्पूर्ण ह्रसित सामर्थ्य के उस भाग को प्राप्त करने हेतु नलिका में वाट-हानि[1] मालूम की जायेगी। 'एनोड' हानि नलिका द्वारा तत्कालित धारा तथा नलिका के ऊपर तत्कालित वोल्टता के, धारा प्रवहन काल के लिए, गुणनफल के पूर्णाङ्क[2] के

1. Watts loss, 2. Integral.

बराबर होता है। यदि e_p तत्कालित I-F वोल्टता काल्पनिक वोल्टता अक्ष से नापी हुई हो तो नलिका द्वारा तत्कालित धारा

$$i_p = \frac{e_p - Edc}{r_p} \quad (८—१५)$$

होगी।

चित्र ८—६. d-c भार वोल्टता Edc और a-c उत्तेजक वोल्टता के शीर्ष Ep का अनुपात, डाओड आन्तरिक प्रतिरोध r_p और डाओड d-c भारप्रतिरोध R के अनुपात के फलन दर्शित हैं।

नलिका के ऊपर वोल्टता उतार

$$e_t = e_p - Edc \quad (८—१६)$$

वाट हानि तब

$$W_L = \frac{1}{2\pi}\int_B^{\pi-B} i_p e_t \, d\phi = \frac{1}{2\pi r_p}\int_B^{\pi-B} (e_p - Edc)^2 \, d\phi \quad (८—१७)$$

होगी।

समी० (८-५) से ep के लिए समीकरण

$$e_p = Ep \sin \phi \quad (८—१८)$$

होगा।

समी० (८-१८) को समी० (८-१७) में रखने पर और $B = \sin^{-1}\left(\frac{Edc}{Ep}\right)$ को ध्यान में रखकर दर्शित इन्टीग्रेशन[1] को करने पर, एनोड वाट हानि

1. Integration.

$$W_L = \frac{Ep^2}{r_p}\left[\left(\frac{1}{4}-\frac{B}{2\pi}\right)\left(1+\frac{2E^2dc}{Ep^2}\right)+\frac{\sin 2B}{4\pi}-\frac{2Edc \cos B}{\pi Ep}\right] = \frac{E^2{}_p\ N}{r_p} \qquad (८–१९)$$

होगी। जहाँ N कोष्ठक के अन्दर का मान है।

डाओड भार प्रतिरोध में सामर्थ्य हानि

$$W_{dc} = \frac{E_{dc}{}^2}{R} \qquad (८–२०)$$

इस प्रकार सम्पूर्ण ह्रसित सामर्थ्य समी० (८-२०) और समी० (८-१९) का योग है या

$$W_T = \frac{E_{dc}{}^2}{R} + \frac{E_p{}^2 N}{r_p} \qquad (८–२१)$$

Rac को सम्पूर्ण प्रभावकारी प्रतिरोध कहते हुए सम्पूर्ण हानि

$$W_T = \frac{(Ep/\sqrt{2})^2}{Rac} = \frac{E_p{}^2}{2Rac} \qquad (८–२२)$$

द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है।

समी० (८-२१) और समी० (८-२२) के सीधे हाथ के पक्ष बराबर करने पर

$$\frac{E_p{}^2}{2Rac} = \frac{E_{dc}{}^2}{R} + \frac{E_p{}^2 N}{r_p} \qquad (८–२३)$$

समी० (८-१४) से

$$r_p = \frac{R[2\ \cot\ B-(\pi-2B)]}{2\pi} \qquad (८–२४)$$

समी० (८-२४) को समी० (८-२३) में रखने पर और Rac/R के लिए हल करने पर

$$\frac{Rac}{R} = \frac{1}{2\left[\frac{E_{dc}{}^2}{E_p{}^2} + \frac{2\pi N}{2\ \cot\ B-(\pi-2B)}\right]} \qquad (८–२५)$$

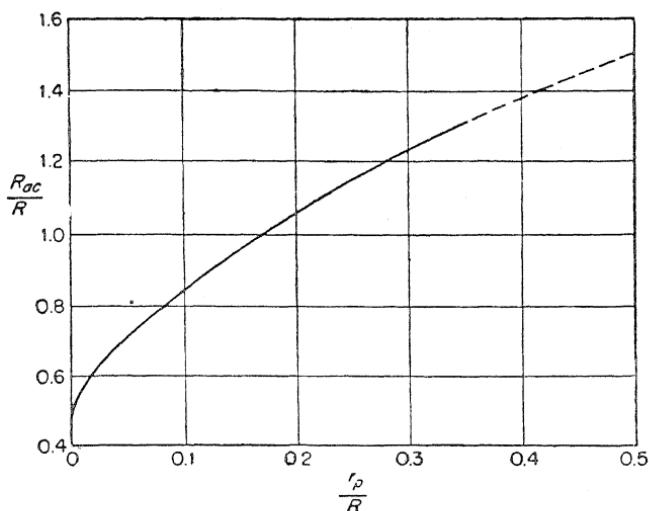
यह देखा जायगा कि समी० (८-१४) और (८-२५) के सीधे हाथ की तरफ से सदस्य एक और उन्हीं चर[1] के फलन हैं अर्थात् Edc/Ep के। इस प्रकार इस चर के मान मान कर Rac/R और r_p/R के बीच वक्र खींचना सम्भव है।

यह चित्र ८-७ में गणना करने की दत्त सामग्री से किया गया है और तालिका ८-२ में प्रदर्शित है।

तालिका ८–२. डाओड परिचायक के लिये Edc/Ep के फलन r_p/R और Rac/R के लिए गणना किये हुए न्यास[2]

Edc/Ep	r_p/R	Rac/R
1·0	0	0·50
0·9	0·011	0·56
0·8	0·03	0·65
0·7	0·07	0·75
0·6	0·13	0·90
0·5	0·22	1·11
0·4	0·35	1·3

इस वक्र का प्रयोग के दृष्टांत हेतु माना डाओड 6AL5 नलिका के दो में से एक है जो प्लेट प्रतिरोध करीब ३०० ओम रखता है। अब यदि डाओड भार प्रतिरोध २४०० ओम हो तो

$$r_p/R = \frac{300}{2,400} = 0{\cdot}125 \qquad (८—२६)$$

चित्र ८-७ से Rac/R सम्बन्धित मान

$$Rac/R \cong 0{\cdot}9 \qquad (८—२७)$$

है। इस प्रकार

$$Rac = 0{\cdot}9R = 0{\cdot}9 \times 2400 = 2160 \text{ ओम} \qquad (८—२८)$$

यह प्रतिरोध डाओड को पोषित करने वाले ट्रान्सफार्मर या समस्वरित परिपथ के लिए आवश्यक अवरोध की गणना करने के लिए काम में लाना चाहिए, क्योंकि यह

1. Variable, 2. Data.

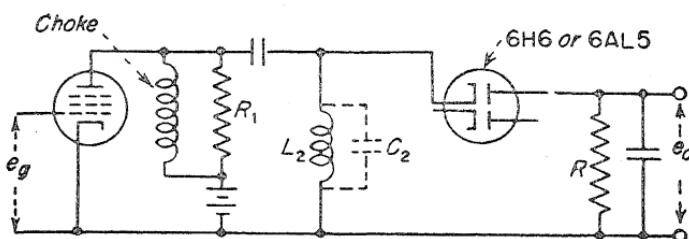
चित्र ८–७. प्रभावकारी डाओड परिपथ प्रतिरोध और d-c डाओड प्रतिरोध का अनुपात Rac/R, डाओड आन्तरिक प्लेट प्रतिरोध r_p और d-c डाओड भार प्रतिरोध के अनुपात r_p/R के फलन दर्शित है।

पूर्णरूपेण या अंशतः अवरोध वा प्रतिरोध के स्थान पर I-F पट्ट-पास परिपथ बनावट में जगह ग्रहण करता है।

८–३. वीडिओ आवृत्ति प्रवर्धक

वीडिओ आवृत्ति प्रवर्धक जो परिचायक का अनुसरण[1] करता है, वीडिओ आवृत्ति-वोल्टता का प्रवर्धन करने में प्रयुक्त होता है, जिससे वीडिओ आवृत्ति वोल्टता श्याम से दीप्ति आउटपुट, जो नलिका में चित्र की चमक-दमक[2] के पूर्ण नियन्त्रण की सीमा तक पहुँचाने के लिए संतृप्त बिन्दु तक पहुँचता है, और जो 'ब्लूमिंग'[3] कहलाता है। यह वह बिन्दु है जहाँ बिन्दु आकार बहुत शीघ्रता से बढ़ना शुरू होता है और दीप्ति का बिन्दु फोकस हुए वृत्ताकार विन्दु में फैलता हुआ दिखाई देता है। इस अवस्था तक पहुँचने हेतु आवश्यकीय वोल्टता नलिका बनावट के अनुसार बदलती है, परन्तु साधारणतया २० और ७५ वोल्ट के बीच है; उदाहरणार्थ 10BP4 के लिए करीब ५० वोल्ट है।

वीडिओ आवृत्ति आवर्धक का वोल्टता लाभ २५–कोल्ड की राशि में होता है।

1. Follows, 2. Brilliance, 3. Blooming.

यह एक या दो पद में प्राप्त हो सकता है जो प्राप्त आवर्धक नलिकाओं पर निर्भर है। एक उच्च अन्योन्य चालकता का पेन्टोड पर्याप्त है परन्तु मूल्य को ध्यान में रखने पर द्वि-पद ट्राओड आवर्धक जिसमें दो ट्राओड एक ही खोल में होते हैं प्रयुक्त हो सकते हैं। द्वि-ट्राओड प्रकार के योग्य नलिकाएँ 6SN7GT और 12Au7 हैं।

वीडिओ-आवृत्ति आवर्धक को बनावट के विचार-विनिमय अध्याय ३ में हो चुके हैं।

प्रश्नावली

८–१. वीडिओ द्वितीय परिचायक की तरह 6AL5 डाओड और 6H6 डाओड के आपेक्षिक गुण-दोष की तुलना करो।

परिपथ निम्न है—

चित्र ८–८

R=2500 ohm

C_2=20 $\mu\mu f$=चालक और डाओड नलिका तथा बिखरी हुई प्रभावकारी शण्ट धारिता

L_2 और C_2 24Mc पर सम स्वरित है।

L_2C_2 परिपथ का यह विस्तार=4Mc जहाँ $=\sqrt{2}$

r_p=डाओड प्लेट प्रतिरोध=6H6 के लिए १००० ओम और
6AL5 के लिए ३०० ओम

प्रत्येक प्रकार के डाओड के लिए

(अ) डाओड परिपथ के लिए L_2C_2 के ऊपर प्रभावकारी a-c भार प्रतिरोध की गणना करो।

(ब) डाओड के कारण अवरोधकता को पूर्ण कर आवश्यकीय पट्ट-विस्तार को प्राप्त करने हेतु R_1 का मान निकालो।

(स) d-c वोल्टता e_0 की गणना करो यदि 24 Mc पर $e_g = \cdot 50$ वोल्ट और $g_m = 5{,}200$ माइक्रोमोज़

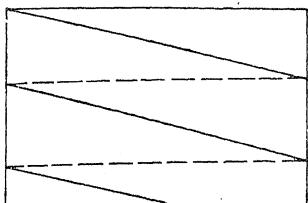
उत्तर

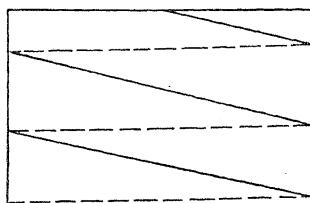
	6AL5	6H6
(अ)	२,२०० ओम	३,४२० ओम
(ब)	२०,४०० ,,	४,३७० ,,
(स)	४·५३ वोल्ट	२·७१ वोल्ट

अध्याय ९

स्कैनिंग पद्धति

९–१. सामान्य विचार और मापदण्ड

स्कैनिंग का प्रश्न प्रेषक व ग्राहक दोनों पर अस्तित्व रखता है। कैथोड-रे नलिका से आउट पुट प्रकाश के वीडिओ-आवृत्ति अधिमिश्रिण[1] को पूर्व दृश्य बनाने के लिए उचित ज्यामिति चित्र में विभक्त करना आवश्यक है। इस विधि-पूर्वक विभक्ति की पद्धति को आधुनिक टेलीविजनों में प्रयुक्त "स्केनिंग" अर्थात् कथोड-रे बिन्दु[2] की चाल के द्वारा प्राप्त किया जाता है।

लोकसम्मति यह है कि क्षेत्र का क्षैतिज रेखा में स्केन होना चाहिए। यह इस कारण है कि 'रेखा' और 'क्षैतिज' बिन्दु के क्षैतिज चाल के लिए कभी-कभी परस्पर बदले जाते हैं। स्केनिंग दिशा बायें से दायें होने की भी लोकसम्मति है जिससे वह पश्चिमी यूरोप की आधुनिक भाषा की पंक्तियों के पढ़ने में सहायक हो।

तदनन्तर रेखाओं का बढ़ाव चित्रित सामग्री के अनुसार चित्र के शिखर से तल तक होता है। शिखर से तल तक आड़ा[3] स्कैनिंग का 'क्षेत्र' कहलाता है। एक सेकण्ड में 'क्षेत्र' की संख्या 'क्षेत्र-आवृत्ति' कहलाती है। यह ऊर्ध्वाधर आवृत्ति भी कहलाती है।

न मिलने वाली[4] स्कैनिंग में प्रत्येक क्षेत्र की पंक्तियाँ मिलती हैं जिससे कोई नया क्षेत्र एक के बाद एक ऊर्ध्वाधर आड़ों पर स्केन नहीं होता। इस स्थिति में सम्पूर्ण चित्र एक क्षेत्र में स्केन होता है और 'फ्रेम'[5] आवृत्ति क्षेत्र आवृत्ति के बराबर होता है। एक सेकण्ड में दृश्य के सम्पूर्ण क्षेत्र[6] के स्केन होने की संख्या को 'फ्रेम' आवृत्ति कहते हैं। साधारण दुहरे मिलने में दो क्षेत्र दृश्य के सम्पूर्ण स्केन होने वाले क्षेत्र के लिए पूर्ण स्केन होने चाहिए जिससे फ्रेम आवृत्ति क्षेत्र आवृत्ति की आधी होती है। 'विषम'[7] और 'सम'[8] संख्यक क्षेत्रों के लिए स्कैनिंग पंक्तियाँ साधारण-दुहरे[9] विषम-मिलने की पद्धति में २॥ पंक्तियाँ प्रति क्षेत्र या ५ पंक्तियाँ प्रति फ्रेम की स्थिति में चित्र ९-१ में प्रदर्शित हैं।

1. Modulation, 2. Spot, 3. Traverse, 4. Non-interlaced, 5. Frame, 6. Field, 7. Odd, 8. Even, 9. Twofold.

मिश्रण की यह पद्धति सं० रा० अमेरिका और ग्रेट ब्रिटेन में सही तरीके पर प्रचलित है। संयुक्त राष्ट्र में ५२५ पंक्तियाँ प्रति फ्रेम तथा ग्रेट ब्रिटेन में ४०५ हैं। अब प्रश्न यह उठता है कि ये विशिष्ट संख्याएँ ४०५ और ५२५ बहुत सी सम्भव संख्याएँ होने पर भी चयन की गयी हैं। प्रथम संख्या हमेशा विषम है क्योंकि प्रत्येक

चित्र ९–१. दुहरा विषम-रेखा इण्टरलेस। मोटी रेखाएँ स्कैनिंग रेखाएँ हैं तथा बिन्दुवत् रेखाएँ वापसी या पीछे की ओर उड़नेवाली रेखाएँ हैं जो कालिमा के कारण साधारणतया अदृश्य रहती हैं।

क्षेत्र अन्त या आरम्भ में आधी पंक्ति रखता है इस कारण दो क्षेत्रों में कुल पंक्तियों की संख्या विषम होती है। द्वितीय क्षेत्र आवृत्ति पंक्ति आवृत्ति के दूने से आवृत्ति के भाजन द्वारा साधारणतः उत्पन्न होती है। प्रयुक्त आवृत्ति भाजक कार्य में ज़्यादा विश्वसनीय है यदि आवृत्ति अपचायी[1] प्रतिभाजक ७ या उससे भी कम पर सीमित हो। प्रत्येक भाजक उपर्युक्त प्रथम भाग को सन्तुष्ट करने हेतु 'विषम' भाजक होना चाहिए। इस प्रकार उपभाजक ३, ५, ७ जैसे परिमाण तक सीमित होने चाहिए। सूची ९–१ इसी आधार पर बनी है और १०५ पंक्तियों से ज्यादा और १००० पंक्तियों से कम के सभी सम्भवनीय संयोग[2] रखती है।

1. Step-down, 2. Combination.

तालिका ९–१० दुहरे इण्टरलेस्ड टेलीविज़न में रेखाओं की संख्या तथा उनके गुणांक—

(यह सूची १०५ और १,००० के बीच सभी सम्भव अंकों को शामिल करती है जब कि किसी भी गुणांक को ७ से अधिक नहीं होने दिया जाय)

रेखाएँ	गुणांक	रेखाएँ	गुणांक	रेखाएँ	गुणांक
१२५	$५^{३}$	२४५	५×७^{२}	५६७	७×३^{४}
१३५	$३^{३}\times५$	३१५	$३^{२}\times५\times७$	६२५	$३^{४}$
१४७	$७^{२}\times३$	३४३	$७^{३}$	६७५	$३^{३}\times५^{२}$
१७५	$५^{२}\times७$	३७५	३×५^{३}	७२९	$३^{६}$
१८९	$३^{३}\times७$	४०५	५×३^{४}	७३५	$३\times५\times७^{२}$
२२५	$३^{२}\times५^{२}$	४४१	$३^{२}\times७^{२}$	८७५	$५^{३}\times७$
२४३	$३^{५}$	५२५	$३\times७\times५^{२}$	९४५	$३^{३}\times५\times७$

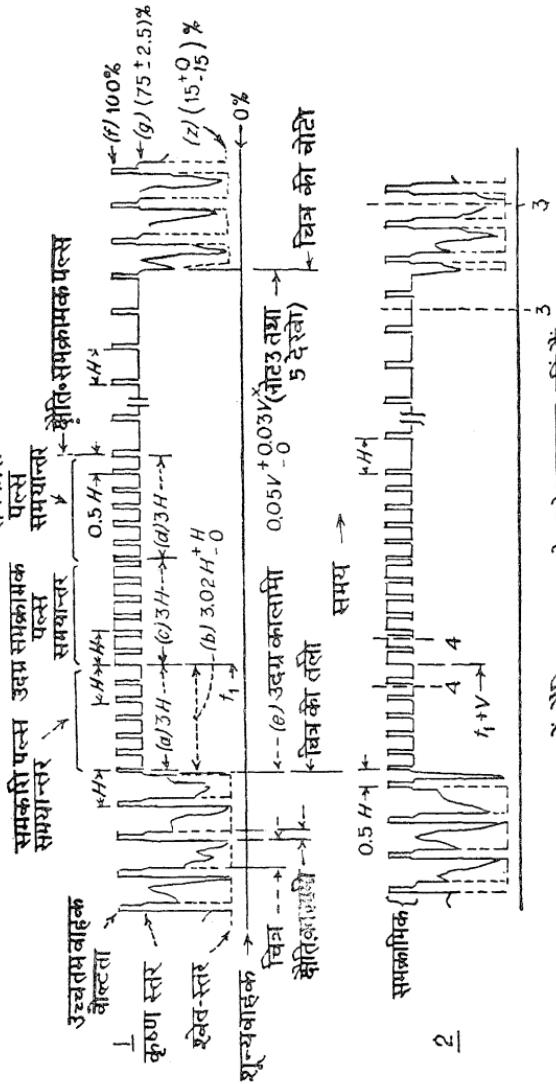
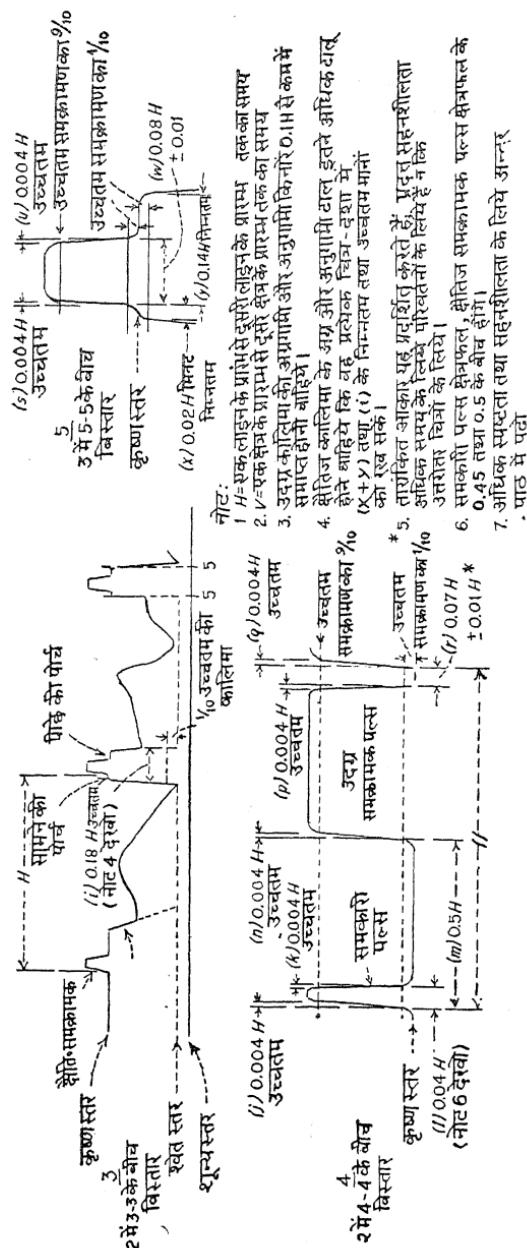
यूनाइटेड स्टेट्स का प्रमाणित मिला हुआ टेलीविज़न संकेत का तरंग रूप चित्र ९–२ में दर्शित है। नम्बर १ से, जो बायीं ओर है, प्रदर्शित तरंगरूप ऊर्ध्वाधर ब्लैंकिंग संकेत, ऊर्ध्वाधर-ब्लैंकिंग-विराम और आगामी क्षेत्र के प्रारम्भ में दृश्य-विराम के भाग से पूर्व का संयुक्त संकेत प्रदर्शित है। तरंग रूप २ आगामी क्षेत्र के लिए उसी सूचना को दर्शाता है। तरंग रूप ३ ऊर्ध्वाधर ब्लैंकिंग से दृश्य के परिवर्तन का बड़ा रूप तथा कुछ क्षैतिज पेडस्टल[1] या ब्लैंकिंग संकेत के विस्तार दिखाता है। तरंग रूप ४ तुल्य करने वाले पल्स[2] और छः-भाग ऊर्ध्वाधर समक्रामक[3] पल्स के एक ब्लॉक के विस्तार प्रदर्शित करता है। तरंग रूप ५ क्षैतिज समक्रामक पल्स के विस्तार को दिखाता है।

यह देखा जायगा कि यह पद्धति प्रत्यावर्ती[4] दृश्य-सूचना तथा समक्रामक सूचना से बना है; क्षैतिज समक्रामक पल्स प्रत्येक पंक्ति के आखीर पर तथा ऊर्ध्वाधर समक्रामक पल्स प्रत्येक क्षेत्र के आखीर पर प्रेषित होता है।

यह भी देखा जायगा कि समक्रामक पल्स दृश्य-सूचना की दिशा की तुल्यता में कृष्ण-समतल[5] से विपरीत दिशा में विस्तृत होता है। समक्रामक सूचना कभी-कभी "कृष्ण से कृष्ण" की तरह कही जाती है। यूनाइटेड स्टेट्स में 'ऋणाग्र' अधिमिश्रक

1. Pedestal, 2. Pulse, 3. Synchronizing, 4. Alternating, 5. Black level.

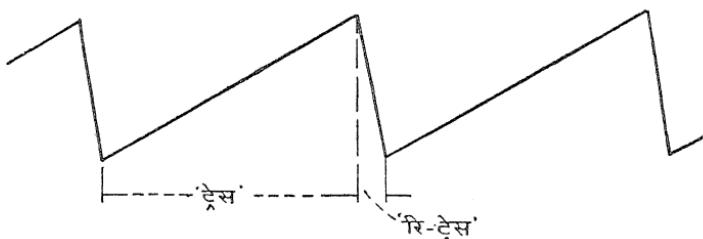
रेडियो प्रेषित करने में प्रयुक्त होता है जिसमें इस लौकिकता का मतलब यह है कि पूर्व दृश्य में प्रकाश की वृद्धि एरियल धारा में कमी करती है। अतः क्षणिक[1] उच्चतम एरियल धारा सम संक्रामक सूचना के प्रेषण के मध्य बहती है। प्रेषक सम्पूर्ण कृष्ण-दृश्य के मध्य उच्चतम माध्यमिक विकिरण-क्षमता और सम्पूर्ण श्वेत-दृश्य के मध्य अत्यल्प माध्यमिक विकिरण-क्षमता प्रेषित करता है।

यह भी देखा जायगा कि सम-संक्रामक पल्स कुल बड़े ब्लाकों पर विराम स्थिति में होते हैं इस कारण नीचे के ब्लाक कभी-कभी 'पेडस्टल' कहलाते हैं। क्षैतिज सम-संक्रामक पल्स के पूर्व पेडस्टल का पुरोगामी[2] समतल 'अग्र-ओसारा'[3] तथा सम-संक्रामक पल्स के अनुयायी पेडस्टल के समतल को 'पृष्ठ-ओसारा'[4] कहते हैं। क्षैतिज सम-संक्रामक पल्स की चौड़ाई करीब-करीब इसके पेडस्टल की चौड़ाई की आधी होती है।

ऊर्ध्वाधर ब्लैंकिंग संकेत या पेडस्टल ज्यादा समय का होता है और ऊर्ध्वाधर सम-संक्रामक पल्स बहुत जटिल होता है। ऊर्ध्वाधर सम-संक्रामक संकेत की अवधि तीन क्षैतिज अवधियों के बराबर होती है और पंक्ति आवृत्ति के दूने के भागों में विभवत होता है या ऊर्ध्वाधर सम-संक्रामक पल्स में छः खण्ड होते हैं। पंक्ति आवृत्ति सम-संक्रामक पल्स ऊर्ध्वाधर पल्स से पहले की तीन पंक्तियाँ तथा बाद की तीन पंक्तियाँ दो पंक्ति पल्स की दर में बदली जाती हैं जिनमें से प्रत्येक लगातार क्षैतिज पल्स के अर्ध समय की होती है। इन पल्सों को 'तुल्य करने वाले पल्स' कहते हैं। इन पल्सों के अग्र-कोर समय-विभाजन आधार पर लगातार क्षैतिज सम-संक्रामक पल्स के अग्रकोर के समय से संतुष्ट करते हैं; ऊर्ध्वाधर पल्स के छिद्र[5] के धनाग्र जानेवाले कोर भी इसी समय के अनुसार चलते हैं। इस पद्धति से एक के बाद एक ऊर्ध्वाधर पल्स के क्षेत्र तुल्य बनाये जाते हैं। ऊर्ध्वाधर पल्स के छिद्र करना बगैर रुकावट के क्षैतिज सम-संक्रामक सूचना को मिलाता है। तुल्य करने वाले पल्स ऊर्ध्वाधर क्षेत्र पल्सों के पूर्व व बाद के समय की अवधियों को तुल्य प्रदर्शित होने के लिए बनाते हैं जिससे क्षैतिज से ऊर्ध्वाधर पल्स के अलगाव को साधारण समग्र[6] करने की पद्धति अच्छी तरह संमिश्रण को निश्चय करने हेतु ठीक तरह से विस्तीर्ण पल्सों को जन्म दे।

पेडस्टल का शिखर "कृष्ण-स्तर"[7] से अंकित होता है और प्रेषित दृश्य में शून्य प्रकाश को दर्शित करता है। इस निर्देशन को सुधारने के लिए RMA के समक्ष एक प्रस्ताव है जिससे कृष्ण निर्देशक पेडस्टल निर्देशक से २½% नीचे होगा। यह स्वयं

1. Instantaneous, 2. Leading, 3. Front Porch, 4. Back-Porch, 5. Slot, 6. Integration, 7. Black-level.

टेलिविजन समक्रामक तरंगरूप
समकारी पल्स समयान्तर
उदग्र समक्रामक पल्स समयान्तर
समकारी पल्स समयान्तर
क्षैति॰समक्रामक पल्स
उच्चतम वाहक वोल्टता
1
कृष्ण स्तर
श्वेत-स्तर
शून्यवाहक
चित्र
H
0.5 H
(a) 3 H
(c) 3 H
(d) 3 H
(b) 3.02 H +H -0
t1
(f) 100%
(g) (75 ± 2.5)%
(z) (15 +0 -15) %
0%
(e) उदग्र कालामी
0.05V +0.03V -0
(नोट3 तथा 5 देखो)
चित्र की तली
चित्र की चोटी
समय →
2
समक्रामिक
4
4
t1+V
3
3
1,2,3 में क्षैतिज आकार स्केल के अनुसार नहीं हैं

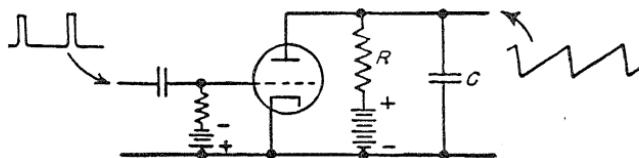
चित्र ९—२. संयुक्त राज्य अमेरिका का प्रामाणिक तुल्यकालिक तरंग-रूप।

दृश्य के कृष्ण भागों को ज्यादा कृष्ण करने के भय बिना दुवारा खींचने के मध्य ठीक कृष्ण करने की क्रिया को निश्चय करने हेतु किया जाता है।

प्रेषक पर मिश्रित तरंग बनाने की विधियों का विस्तारपूर्वक वर्णन उपस्थित वर्णन में नहीं है, यद्यपि यह कहा जा सकता है कि साधारणतः **'कुञ्जी के प्रकार की नलिका'**[1] तथा **'संयोजकों'**[2] का इस्तेमाल होता है। लगातार दृश्य निर्देशक तरंग के क्रमवत् विरामों को कृष्ण करने के लिए पहले प्रकार जब कि द्वितीय प्रकार सम-संक्रामक पल्सों को जोड़ पेडस्टल बनाने के काम आते हैं। सम-संक्रामक निर्देशक कभी-कभी 'सुपरसिन्क'[3] भी कहलाता है। पल्स मल्टी-वाइब्रेटर[4] ब्लाकों को चलन-कलन[5] और इन्टीग्रेशन[6] द्वारा तथा लम्बाई और ढालूपन[7] जैसा प्रमाणों द्वारा मान्य है छोटे करने की क्रिया द्वारा स्वयं प्राप्त होते हैं। आवृत्ति-जनित्र चेन[8] में मास्टर मल्टी-वाइब्रेटर पंक्ति आवृत्ति के दूने पर चलता है। मल्टी-वाइब्रेटर आवृत्ति विभाजक इस आवृत्ति को एक के बाद एक कम करते हैं तब तक कि अन्तिम मल्टी-वाइब्रेटर क्षेत्र आवृत्ति पर काम करता है। क्षेत्र आवृत्ति की तब ६० चक्र पावर-सप्लाई आवृत्ति से तुलना की जाती है और ठीक वोल्टता प्राप्त की जाती है जो मल्टी-वाइब्रेटर की आवृत्ति ठीक करने के लिए काम करता है। जब यह कर दिया जाता है तब पावर लाइन्स मोटर-चित्र-प्रक्षेपक[9] को कार्यान्वित करने हेतु सम-संक्रामक विद्युत मोटर को पावर दे सकती है या स्टूडियो के प्रकाश के लिए देती है। यह इस सत्यता पर होता है कि ये पद्धतियां चित्र-सम-संक्रामक के साथ सम-संक्रामक होनी चाहिए।

९—२. पल्सों से सा-टूथ-वेब उत्पन्न करना

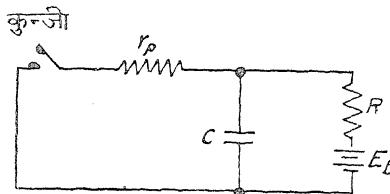
पंक्ति और क्षेत्र स्कैनिंग प्रेषक तथा ग्राहक दोनों पर चित्र ९—३ में प्रदर्शित प्रकार की सा-टूथ-वेब को चाहती हैं। इस वेब-आकार की धारा जब विद्युत चुम्बकों में प्रविष्ट की जाती है, 'ट्रेस' अवधि के मध्य नलिका के मुख के आर-पार, समान गति पर, कैथोड-रे को एकसार चलाने के लिए फ्लक्स-क्षेत्र[10] उत्पन्न करेगी और पूर्व स्थिति को 'रि-ट्रेस' अवधि में शीघ्र वापसी को देगी। इस प्रकार की करीब-करीब वेव उत्पन्न करने का साधारण परिपथ चित्र ९—४ में प्रदर्शित है।

निर्वात नली कट-ऑफ़ से परे साधारणतः उत्तेजित की जाती है परन्तु ग्रिड और ऋणाग्र के बीच धनाग्र-चलित पल्सों की सहायता से सुचालक बना दी जाती है।

1. Keyer-Type Tube, 2. Adders, 3. Supersync, 4. Multi-vibrator, 5. Differentiation, 6. Integration, 7. Steepness, 8. Chain, 9. Projector, 10. Flux Field.

चित्र ९–३. सा-टूथ-स्कैनिंग वेव आकार। यह कैथोड-रे नलिका के स्थिर-विद्युत विक्षेप के लिए विक्षेप प्लेटों पर वोल्टता या नलिका के विक्षेप-चुम्बकों में धारा उपस्थित कर सकता है।

पल्स सा-टूथ-वेव[1] की रि-ट्रेस-अवधि के बराबर अवधि रखता है। इलेक्ट्रान नलिका चित्र ९–५ में प्रदर्शित नलिका प्लेट प्रतिरोध के तुल्य प्रतिरोध के श्रेणीक्रम में स्विच की तरह काम करती है।

यदि यह मान लिया जाय कि विसर्जन-चक्र से ठीक पूर्व धारिता पर उपस्थित वोल्टता E_0 है, तब पल्स या कुञ्जी के बन्द करने के द्वारा विसर्जन के बीच धारिता पर वोल्टता

$$e_d = E_o e^{-\frac{t_1}{r_p c}} \qquad (९–१)$$

होगी।

चित्र ९–४. सा-टूथ वेव प्रकार की वोल्टता जनित्र करने के लिए स्विच की तरह प्रयुक्त निर्वात नलिका। ग्रिड अल्प-पल्सों द्वारा जो संचालन अवधि में सा-टूथ-वेव रि-ट्रेस अवधि के तुल्य अवधि रखते हैं, उत्तेजित की जाती है।

t_1 समय के अंत में पल्स अदृश्य हो जाता है (या कुञ्जी खुली होती है), नलिका का परिपथ टूट जाता है और धारिता आविष्ट होने लगती है। अतः विसर्जन चक्र के

1. Saw-tooth-wave.

अंत में धारिता पर वोल्टता $E_1 = E_0 e^{-t_1/r_p c}$
होगी, जहाँ t_1=विसर्जन का कुल समय है। (९—२)

चित्र ९–५. नलिका को कुञ्जी द्वारा बदलकर चित्र ९–४ का तुल्य परिपथ।

आवेश आविष्ट करने की अवधि में धारिता पर वोल्टता

$$e_c = E_b\left(1 - e^{-\frac{t_1 + t_0}{Rc}}\right) \qquad (९—३)$$

जहाँ t_0=धारिता में E_1 वोल्ट तक लगा समय, यदि यह E_b से प्रतिरोध R द्वारा आविष्ट किया गया हो और समय शून्य आवेश से नापा गया हो।

इस दशा में यह देखा गया है कि t_0 निम्न सम्बन्ध द्वारा परिभाषित किया गया है—

$$E_1 = E_b\left(1 - e^{-t_0/Rc}\right) = E_0 e^{-t_1/r_p c} \qquad (९—४)$$

इसी प्रकार यह देखा गया है कि यदि आविष्ट करने की अवधि t_2 सेकण्ड तक रहती है (रि-ट्रेस अवधि) c के आरपार होने वाली वोल्टता, समी० (९–३) से

$$E_0 = E_b\left(1 - e^{-\frac{t_2 + t_0}{Rc}}\right) \qquad (९—५)$$

समी० (९–४) को $e^{-t_0/Rc}$ के लिए हल करने से

$$e^{-\frac{t_0}{Rc}} = \frac{E_b - E_0\, e^{-\frac{t_1}{r_p C}}}{E_b} \qquad (९—६)$$

इस मान को समी० (९–५) में रखने और E_0 के लिए हल करने से

$$E_0 = \frac{E_b\left(1 - e^{-t_1/Rc}\right)}{1 - e^{-t_1/Rc} e^{-t_2/Rc}} \qquad (९—७)$$

इसको समी० (९–२) में रखने से

$$E_1 = \frac{E_0 e^{-t_1/Rc}\left(1 - e^{-t_2/Rc}\right)}{1 - e^{-t_1/Rc} e^{-t_2/Rc}} \qquad (९—८)$$

इस प्रकार सा-टूथ के शिखर से शिखर तक झुकाव[1] $E_0 - E_1$ है या समी० (९–७)—समी० (९–८)

या

$$E_0 - E_1 = \frac{E_b\left(1 - e^{-t_2/Rc}\right)\left(1 - e^{-t_1/Rc}\right)}{1 - e^{-t_1/r_p c} e^{-t_2/Rc}} \qquad (९—९)$$

यह इस तरह भी लिखा जा सकता है

$$\frac{E_0 - E_1}{E_b} = \frac{(1 - e^{-\alpha})\ (1 - e^{-\beta})}{1 - e^{-(\alpha+\beta)}}$$

$$= \frac{1 - e^{-\alpha} - e^{-\beta} + e^{-(\alpha+\beta)}}{1 - e^{-(\alpha+\beta)}} \qquad (९—१०)$$

अंश में घातीय व्यंजक[2] के लिए श्रेणी $1 - x + x^2/\underline{|2}$ रखने से और हर में घातीय व्यंजक के लिए $1 - y$ रखने से, समी० (९–१०) निम्न में बदल जाता है:

$$\frac{E_0 - E_1}{E_b} = \frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}$$

$$= \frac{1}{\frac{r_p C}{t_1} + \frac{RC}{t_2}} \qquad (९—११)$$

1. Swing, 2. Exponentials.

यह समीकरण परिपथ अचलों[1] के लिए हल किया जा सकता है जिससे कोई भी दिया हुआ प्रभाव प्रदर्शित कर सकते हैं। उदाहरणार्थ यदि विसर्जन नली 6SN7GT का ट्राओड है; $r_p=7000$ ओम और द्वितीय नली 6SN7GT द्वारा चालित 6V6GT है, तो इसके लिए शिखर से शिखर झुकाव $E_0-E_1=25$ वोल्ट की आवश्यकता होगी। माना $E_b=250$ वोल्ट और $t_1=0{\cdot}04\ t_2$ तब समी० (९–११) में

$$\frac{25}{250}=\frac{t_2}{C\left(\frac{7{,}000}{0{\cdot}04}+R\right)}$$

$$0{\cdot}1=\frac{t_2}{C\,(175{,}000+R)} \qquad (९—१२)$$

क्षेत्र के वर्णन में या ऊर्ध्वाधर सा-टूथ जनित्र में; $t_2=0{\cdot}96/60=0{\cdot}016$ सेकण्ड C को $0{\cdot}03\ \mu f$ मानकर

$$R=\frac{0{\cdot}016}{0{\cdot}1\,({\cdot}03\times10^{-6})}-175{,}000$$

$$=5{,}330{,}000-175{,}000=5{,}155{,}000 \text{ ओम} \qquad (९—१३)$$

इन गणनाओं की शुद्धता देखने के लिए और e^{-x} की कम श्रेणी के उपयोग की पुष्टता देखने के लिए समी० (९–७) और समी० (९–२) के घातीय व्यंजक[2] से E_1 और E_0 अलग-अलग मालूम करने होंगे, जब R=५,१५५,००० और $C=0{\cdot}03\mu f$ समी० (९–७) में रखने से

$$E_0=\frac{250\left[1-e^{-0{\cdot}1034}\right]}{1-e^{-3{\cdot}05}\,e^{-0{\cdot}1034}}=\frac{250(1-0{\cdot}9018)}{1-0{\cdot}0476\times0{\cdot}9018}$$

$$=\frac{250\times{\cdot}0982}{0{\cdot}9572}=25{\cdot}7 \text{ वोल्ट} \qquad (९–१४)$$

और

$$E_1=E_0\,e^{-3{\cdot}05}=25{\cdot}7\times0{\cdot}0476=1{\cdot}225 \text{ वोल्ट} \qquad (९—१५)$$

इस प्रकार

$$E_0-E_1=25{\cdot}7-1{\cdot}225=24{\cdot}475 \text{ वोल्ट} \qquad (९—१६)$$

1. Constants, 2. Exponentials.

यह अशुद्धि २५ में सिर्फ ०·५२५ वोल्ट है या २·१% जो मुख्यतः उपयोगों लिए काफी शुद्ध है।

रेखीय-सम्बन्ध[1] का प्रश्न उठ सकता है। सबसे कठिन परीक्षण सा-टूथ के शुरू में चढ़ाव की दर और सा-टूथ के अन्त के चढ़ाव की दर की तुलना करना है। सर्वसाधारण समी० (९–३) को समय के सापेक्ष चलित-कलित करने[2] से

$$\frac{de_c}{dt} = \frac{d}{dt}\left[E_b(1 - e^{-\frac{t_o}{Rc}} e^{-\frac{t}{Rc}})\right] \quad (९—१७)$$

$$= \frac{E_b}{Rc} e^{-\frac{t_o}{Rc}} e^{-\frac{t}{Rc}} \quad (९—१८)$$

रेखीयता को एक में से t=0 पर दर तथा $t=t_2$ पर दर के अन्तर को, जो t=0 पर दर द्वारा भाज्य है, घटाकर परिभाषित करते हैं।

$$\text{रेखीयता} = 1 - \frac{\left|\frac{de_c}{dt}\right|_{t=0} - \left|\frac{de_c}{dt}\right|_{t=t_2}}{\left|\frac{de_c}{dt}\right|_{t=0}} = \frac{\left|\frac{de_c}{dt}\right|_{t=t_2}}{\left|\frac{dec}{dt}\right|_{t=0}} \quad (९—१९)$$

समी० (९–१९) में समी० (९–१८) को रखने से

$$\text{रेखीयता} = \frac{e^{-\frac{t_2}{Rc}}}{e^{-o}} = e^{-\frac{t_2}{Rc}} \quad (९–२०)$$

उदाहरण में

$$\text{रेखीयता} = e^{-0{\cdot}1034} = 0{\cdot}9018 \quad (९—२१)$$

इसका आशय यह है कि स्कैन की गति स्कैनिंग क्षेत्र के अन्त में प्रारम्भिक मान से करीब-करीब प्रारम्भिक मान की ९०% तक गिर जाती है। इस तरह दृश्य के शिखर पर चित्र दृश्य के तल के चित्रों से १०% खिचे हुए मालूम पड़ेंगे। यह रेखीयता ग्राहित्रों के लिए मान्य है परन्तु प्रेषित्रों के लिए नहीं। प्रेषित्रों के लिए यह ९५% रेखीयता पर होनी चाहिए यद्यपि बहुत से प्रेषित्र ऐसे हैं जो ९०% से कम रेखीयता के यन्त्र रखते हैं।

1. Linearity, 2. Differentiate.

९–३. ग्राहकों में सा-टूथ उत्पन्न करना

जब सा-टूथ उत्पन्न करने की विसर्जन पद्धति ग्राहक व प्रेषक दोनों में उपयुक्त होती है, तो ग्राहक की विधि कुछ भिन्न होती है। इसमें विसर्जन पल्स स्थानीय रूप से उत्पन्न किये जाते हैं और ग्रहीत समक्रामक पल्सों द्वारा समायोजित किये जाते हैं। सीधा समक्रामक ऊर्ध्वाधर या क्षेत्र दोलनोत्पादक के लिए प्रयुक्त होता है जब कि असीधा समक्रामक क्षैतिज सा-टूथ जनित्रों के हेतु इस्तेमाल होता है। निम्नलिखित प्रस्तुत विषय तीन बड़ी समस्याओं में विभाजित है—(१) स्थानीय दोलनोत्पादक परिपथ, (२) मिश्रित टेलीविज़न वेब से समक्रामक पल्स को प्राप्त करना, (३) सीधी व असीधी स्वयं समक्रामकता।

९–३. १. स्थानीय स्कॅनिंग दोलनोत्पादक परिपथ

स्कॅनिंग पद्धति हेतु स्थानीय दोलनोत्पादक साइन-वेब[1] दोलनोत्पादक या रिलेक्सेशन[2] दोलनोत्पादक हो सकते हैं। ऊर्ध्वाधर स्कॅनिंग के लिए रिलेक्सेशन दोलनोत्पादक साधारणतः उपयुक्त होता है, जब कि क्षैतिज आवृत्ति दोलनोत्पादक कोई भी हो सकता है।

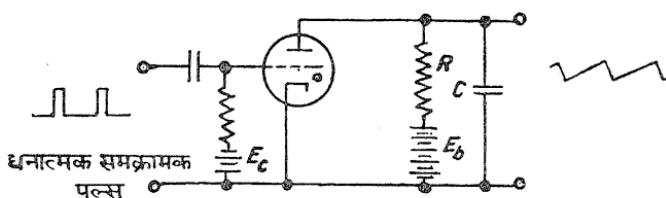
साधारणतः रिलेक्सेशन दोलनोत्पादक के तीन प्रकार इस्तेमाल किये जाते हैं; (१), वायु-विसर्जन ट्राओड, (२) ब्लोकिंग दोलनोत्पादक और (३) मल्टी-वाइ-ब्रेटर।

वायु-विसर्जन ट्राओड ब्रिटिश टेलीविज़न ग्राहकों में साधारणतः प्रयुक्त होते हैं परन्तु अमेरिका में नहीं प्रयुक्त होते हैं। इस प्रकार के प्रयोग करने की विशेषता का कारण अज्ञात है लेकिन यह मान लिया गया है कि यह हुआ होगा कि दोनों देशों ने आदि अन्वेषणों में अलग-अलग रास्ते अपनाये और समय के साथ-साथ दोनों ने उन्हीं को अपनाया।

वायु-विसर्जन ट्राओड दोलनोत्पादक चित्र ९–६ में दर्शित है। नलिका के बीच काला डॉट[3] नलिका के वायु प्रकार के होने का निर्देशक है। कम दबाव पर सक्रिय गैस निर्वात की जगह काम में लायी जाती है। उचित गैसें निओन, एक्सनान, आर्गन और कम उचित हिलियम या रेडॉन हैं। कुछ धातुओं की वाष्प भी इस्तेमाल होती है, जैसे सोडियम, सीजियम या पारे की वाष्प।

वायु-विसर्जन नलिका दोलनोत्पादक निम्नलिखित सिद्धान्त पर काम करता है। माना कि कोई भी समक्रामक पल्स उपस्थित नहीं है, साथ ही धारिता C पूर्ण रूप से

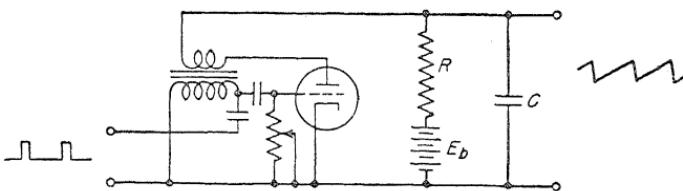
1. Sine Wave, 2. Relaxation, 3. Dot.

विसर्जित है और एनोड वोल्टता E_b परिपथ में स्विच करती है। धारिता C प्रतिरोध R से आविष्ट होगी जो धीरे-धीरे बढ़ने वाली वोल्टता को जन्म देगी, जो निम्न नियम के अनुसार है

$$e_c = E_b(1 - e^{-\frac{t}{Rc}}) \qquad (९—२२)$$

नलिका चालित नहीं होगी जब तक कि एनोड व कैथोड के बीच चरम वोल्टता नहीं हो जाती, जो नलिका बनावट व ग्रिड पर ऋणात्मक उत्साहित वोल्टता पर निर्भर होती है। चरम प्लेट वोल्टता का मान

$$e_p = \mu \ Ec \qquad (९—२३)$$

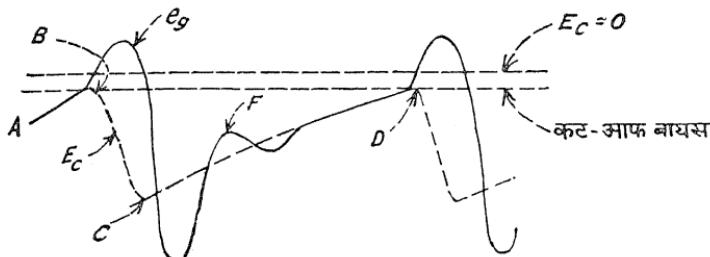
द्वारा दिया जाता है, जहाँ Ec=ग्रिड-उत्तेजक वोल्टता

μ=प्लेट कन्ट्रोल तथा ग्रिड कन्ट्रोल का अनुपात जो निर्वात नली के आवर्धक गुणांक के समान है।

चित्र ९–६. स्वयंचालित सा-टूथ-वेव को जनित्र करने की वायु-नलिका। संक्रामक पल्स वायु-नलिका विसर्जन को चलाने के लिए कण्ट्रोल तत्त्वों को पोषित किया जाता है, जो प्रत्येक चक्र के बीच ऐसे समय पर जो स्वयं संचालन के समय से पूर्व है, दिया जाता है।

जब चरम वोल्टता आती है, नलिका एक चमकीली उद्दीप्ति के साथ धारा प्रवाह को समाप्त कर देती है, जिससे ज्यादा परिमाण में धारा प्रवाह धारिता को विसर्जन करती है जिससे धारिता पर इतना कम आवेश रह जाता है जो आयनीकरण को प्रतिपादन करने के लिए पर्याप्त धारा नहीं दे सकता। ग्रिड विसर्जन चक्र पर कोई कन्ट्रोल नहीं रखती परन्तु जैसे ही आयनीकरण समाप्त होता है, उद्दीप्ति अदृश्य हो जाती है और ग्रिड फिर से कन्ट्रोल करना शुरू कर देती है, तब चक्र स्वयं फिर से आवृत्ति करता है जिससे आवृत्ति-स्वयं-दोलन होने लगते हैं। स्वयं-दोलन विनष्ट हो सकते हैं यदि E_b बहुत कम है या यदि R इतना कम है कि औसत धारा प्रवाह-नलिका में इतनी ज्यादा है कि आयनीकरण नहीं रुकता हो।

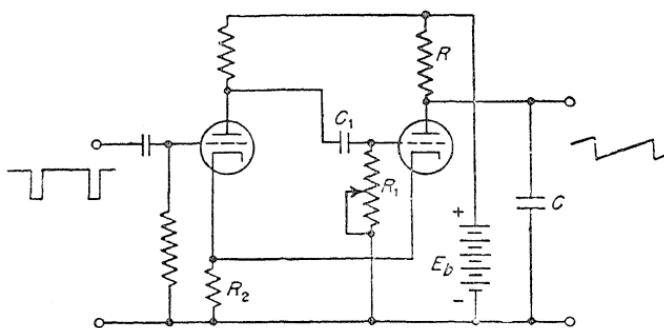
समक्रामक एक बाहरी उद्‌गम से धनात्मक-चलित पल्स को ग्रिड उत्तेजक वोल्टता के द्वारा प्रभावित होता है। सफल समक्रामकता प्राप्त करने के लिए दोलनोत्पादक की स्वचालित[1] आवृत्ति पल्स आवृत्ति से कम होनी चाहिए और समक्रामक पल्सों का आयाम इतना ज्यादा होना चाहिए कि वह 'कट-ऑफ़' से ज्यादा उत्तेजक वोल्टता को, जो पल्स के प्रकट होने पर हो, जीत सके।

दोलनोत्पादक की स्व-चालित आवृत्ति बहुत से तरीकों में से एक के द्वारा समायोजित की जा सकती है। इनमें आवेशित[2] प्रतिरोध R, धारिता C, प्लेट-सप्लाई वोल्टता E_b या स्थिर उत्तेजक वोल्टता Ec को बदलकर समायोजित कर सकते हैं।

ब्लोकिंग दोलनोत्पादक हार्टले दोलनोत्पादक परिपथ की भाँति फीड-बैक[3] परिपथ में निर्वात नली का सम्बन्ध कर निर्वात नली का उपयोग करता है। फीड-बैक वोल्टता बहुत ज्यादा परिमाण में ग्रिड को दी जाती है और ग्रिड-लीक तथा धारिता गुणनफल का इतना लम्बा समय-गुणांक होना चाहिए जिससे ब्लोकिंग सम-स्वरित परिपथ की सम-स्वरित आवृत्ति की अपेक्षा कम आवृत्ति पर हो। चित्र ९–७ में दर्शित

चित्र ९–७. स्व-ब्लोकिंग तरह का रिलेक्सेशन निर्वात-नलिका दोलनोत्पादक। उत्तेजक काल ग्रिड लीक या ग्रिड धारिता को समायोजित करके प्राप्त करते हैं।

परिपथ ब्लोकिंग दोलनोत्पादक का है जो धारिता C पर ब्लोकिंग आवृत्ति की सा-टूथ-वेब पैदा करने के काम में लाया जाता है। धारिता C नलिका द्वारा विसर्जित होती है और प्रतिरोध R द्वारा E_b से आविष्ट होता है। एक ब्लोकिंग चक्र के हेतु ग्रिड वोल्टता की हालत चित्र ९–८ में दर्शित है। बायीं ओर प्रारम्भ में नलिका अचालन अवस्था में होती है और ग्रिड प्रोत्साहक Ec शून्य वोल्टता की तरफ जाता है। कुछ समय के बाद ग्रिड वोल्टता नलिका संचालन वोल्टता तक पहुँचती है जो क्षैतिज लाइन द्वारा, जो 'कट-ऑफ़ बायस' से अंकित है, पहचानी जाती है। इस समय पर फीडबैक दोलन शुरू करने में प्रभावकारी होता है। a-c ग्रिड वोल्टता साइन वेब की तरह बनती

1. Free-running, 2. Charging, 3. Feed-back.

है और वायस शून्य की तरफ लगातार गिरता है, जब तक कि ग्रिड वोल्टता धनात्मक नहीं हो जाती। इसके बाद ऋजुकरण शुरू हो जाता है और d-c भाग ऋणात्मक दिशा में बढ़ता है जो B. C. डॉट लाइन से प्रदर्शित है। C बिन्दु पर ग्रिड वोल्टता ऋणात्मक हो जाती है और ऋजुकरण समाप्त हो जाता है। ग्रिड-लीक प्रतिरोध CD लाइन द्वारा ग्रिड धारिता को विसर्जित करना शुरू करता है। इसी बीच a-c वोल्टता CD लाइन के आरपार दोलन करती है जो अक्ष का काम करती है, परन्तु a-c परिपथ में ह्रास[1] के कारण आगामी धनात्मक की तरफ जानेवाली शिखर F कट ऑफ़ वायस लाइन के संचालन बिन्दु तक नहीं पहुँचती, तदनुसार a-c तरंग शीघ्रता से क्षीण होनेवाले घातीय व्यंजक की तरह समाप्त हो जाती है और CD लाइन द्वारा कट ऑफ़ वायस लाइन को काटने से पहले ही समाप्त हो जाती है या आगामी चक्र शुरू होने से पहले ही। प्लेट धारा अल्प पल्सों में बहती है। इस समय में सम्पूर्ण ग्रिड वोल्टता कट आफ़ से ज्यादा धनात्मक होती है और इसलिए ग्रिड वोल्टता के अवमन्दन दोलन

चित्र ९–८. ब्लोकिंग दोलनोत्पादक सम्बन्धी ग्रिड वोल्टता की किसी भी क्षण वेव की आकृति।

नहीं दिखाती। प्लेट धारा के पल्स प्लेट धारिता C को विसर्जन करने का कार्य करते हैं, जैसा कि पूर्व वर्णित है, जिससे सा-टूथ वेब का विसर्जन चक्र बनता है।

ब्लोकिंग दोलनोत्पादक ग्रिड वोल्टता की आकृति पर धनात्मक की दिशा में जानेवाले समक्रामक पल्स को चढ़ाकर समक्रामक कर सकते हैं। ये एक छोटे युग्म धारिता द्वारा ग्रिड परिपथ में दिये जा सकते हैं, जैसा चित्र ९–८ में दर्शित है, या ये ग्रिड लीक के पृथ्वी की तरफ लोटने में या ऋणात्मक ध्रुवीय पल्सों द्वारा प्लेट पर ट्रान्सफार्मर द्वारा धनात्मक ग्रिड पल्स में बदल दिये जाते हैं।

ब्लौकिंग दोलनोत्पादक की स्वतंत्रतापूर्वक चलने की दर ग्रिडलीक प्रतिरोध के

समायोजन से बदली जा सकती है जैसा चित्र ९–७ में दर्शित है जहाँ ग्रिड लीक परिवर्ती की तरह सम्बन्धित है।

चित्र ९–९. मल्टी-वाइब्रेटर की तरह सम्बन्धित द्वि-ट्राओड सा-टूथ-वेव जनित्र। ऋणात्मक दिशा में जानेवाले समक्रामक पल्स प्रत्येक चक्र के स्व-चलित समय से पूर्व दोलन उत्पन्न करने के लिए प्रयुक्त हो सकते हैं।

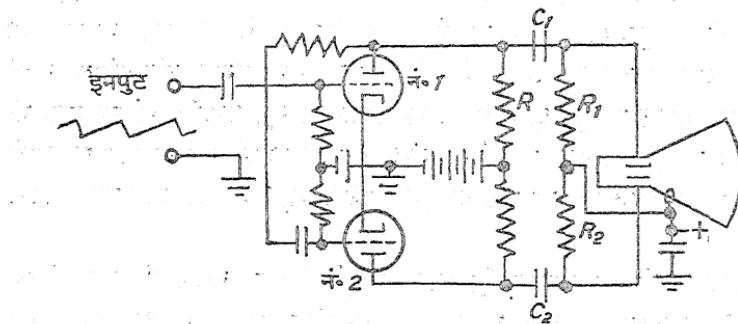
यदि ग्रिड लीक प्रतिरोध बहुत कम है तो ब्लोकिंग समाप्त हो सकती है। इस स्थिति में ग्रिड-कैथोड परिपथ की ऋजुता[1] दक्षता उस बिन्दु पर कम हो जाती है जहाँ उत्पन्न d-c ग्रिड वोल्टता की आगामी धनात्मक a-c आक्रमण[2] को रोकने में समर्थ न हो, जो लगातार दोलनों को प्रतिपादन करने के हेतु नलिका को काफी प्लेट धारा लेने को बाध्य करती है। ग्रिड धारिता की आकृति कम होने पर भी ब्लोकिंग रुक सकती है क्योंकि इससे विर्सजन काल इतना कम हो जाता है कि d-c भाग एक a-c चक्र में ही कट ऑफ़ पर पहुँच जाता है जिससे संचालन हो सकता है। अपर्याप्त फीड-बैक भी ब्लोकिंग को रोकेगी, क्योंकि अपर्याप्त d-c पैदा होगी जब कि a-c उत्तेजक वेव बहुत कम आयाम की है।

ब्लोकिंग दर ग्रिड-परिपथ काल गुणांक द्वारा अपूर्णता से स्थिर हो जाती है परन्तु इस मान में बहुत से शोधन अन्य अस्थिरों[3] के कारण करने पड़ते हैं। जैसे नलिका-लाक्षणिक, ट्रान्सफार्मर अनुपात, दोलनोत्पादक परिपथ दक्षता आदि।

मल्टी-वाइब्रेटर द्वि-नलिका पारस्परिक फीड-बैक आवर्धक (छल्ले की भाँति आवर्धक) है जो दोलनावस्था को प्रतिपादन करने के हेतु बहुत ज्यादा लूप-गेन[4] होने वाला होता है। मल्टी-वाइब्रेटर की एक आकृति चित्र ९–९ में प्रदर्शित है। मल्टी-

1. Rectification, 2. Incursion, 3. Variables, 4. Loop gain.

वाइब्रेटर की यह आकृति इस कारण लाभदायक है कि जब बाह्य समक्रामक परिपथों को मल्टी-वाइब्रेटर के दोलनों के कोलाहल से स्वतंत्र रखनी हो। बायीं तरफ की नलिका साधारण क्लास A की भाँति काम करती है जब कि दायीं ओर की नलिका निम्न की तरह पल्स दोलनोत्पादक का काम करती है। माना, दायीं नलिका किसी पूर्व कार्य से कट-ऑफ़ से परे उत्तेजक है। ग्रिड धारिता C_1 प्रथम नलिका के प्लेट प्रतिरोध के श्रेणी-क्रम में जुड़े ग्रिड लीक प्रतिरोध R_1 द्वारा विसर्जित होती है। सम्भवतः उत्तेजकता द्वितीय ग्रिड के उस बिन्दु पर कम हो जायगी जहाँ वह नलिका प्लेट धारा संचालन को शुरू कर देगी। प्लेट धारा सम्मिलित कैथोड प्रतिरोध R_2 द्वारा बहेगी और प्रथम नलिका को कट ऑफ़ की तरफ ले जायगी। यद्यपि आवर्धक की भाँति प्रथम नलिका के गेन के कारण प्लेट वोल्टता धनात्मक ज्यादा होगी और ग्रिड २ को भारी संचालक में ले जायगी, जब ग्रिड २ अपने कैथोड के सापेक्ष धनात्मक हो जायगी तब ऋजुकरण उत्पन्न होगा। कुछ ही समय में आवर्धकता की सीमा या ग्रिड संतृप्तता या दोनों आ जायेंगी, उस पर धारिता C_1 का विसर्जित होना शुरू हो जायगा और नलिका २ की प्लेट धारा कम होना शुरू हो जायगी। यह पद्धति की गति फीडबैक परिपथ द्वारा भी बढ़ायी जाती है जिससे द्वितीय नलिका शीघ्र अलग हो जाती है और ग्रिड पर भारी उत्तेजकता छोड़ देती है जो चक्र को पूरा करने के हेतु R_1 द्वारा धीरे-धीरे निकल जानी चाहिए।

मल्टी-वाइब्रेटर स्व-चलित है; इसकी आवृत्ति द्वितीय नलिका के ग्रिड परिपथ में $C_1 R_1$ गुणनफल के काल-अचल द्वारा करीब-करीब मालूम की जा सकती है। साधारणतः स्व-चलित की दर बदलने के लिए R_1 बदला जाता है।

सा-टूथ आउटपुट वोल्टता वेब द्वितीय नलिका की प्लेट और पृथ्वी के बीच सम्बन्धित धारिता C पर प्रकट होती है। प्लेट धारा के पल्स धारिता C को कम समय में विसर्जित करने का काम करते हैं और धारिता का फिर से आविष्टीकरण E_d से सम्बन्धित प्रतिरोध R के द्वारा लम्बे समय में होता है।

मल्टी-वाइब्रेटर ग्रिड 1 को दिये हुए ऋणात्मक की ओर जानेवाले पल्सों द्वारा समक्रमण होता है और यह स्व-चलितता से पूर्व ही होना चाहिए, अर्थात् समक्रामक दोलनोत्पादक स्व-चलित दोलनोत्पादक की आवृत्ति से ज्यादा आवृत्ति पर चलना चाहिए। ऋणात्मक पल्स प्रथम नलिका द्वारा आवर्धित होते हैं और द्वितीय नलिका की ग्रिड पर धनात्मक पल्स में प्रकट होते हैं जो द्वितीय नलिका को संचालन के लिए बाध्य करते हैं जो दोलनचक्र को आरम्भ करते हैं। प्रथम नलिका के ज्यादा वोल्टता गेन के कारण सिर्फ थोड़ी समक्रामक वोल्टता की जरूरत होती है। एक वोल्ट शिखर के क्रम की वोल्टता साधारणतः काफी है।

९–४. इलेक्ट्रोस्टेटिक-स्वीप[1] प्रवर्धक

कैथोड-रे पिक्चर नलिका के दो प्रकार इलेक्ट्रोस्टेटिक और इलेक्ट्रोमेगनेटिक[2] हैं जो स्वीप के प्रकार पर आधारित हैं। सीधे देखने के प्रकार की नलिकाओं की स्क्रीन का व्यास ७ इंच या इससे कम होता है। ये साधारणत: इलेक्ट्रोस्टेटिकल स्वेप्ट होती हैं जब कि वे नलिकाएँ जिनके व्यास ७ इंच या इससे ऊपर होते हैं, और प्रक्षेपण नलिकाएँ चुम्बकीय गुणों से अभिभूत होती हैं।

इलेक्ट्रोस्टेट्रिक नलिकाएँ विक्षेप प्लेट के दो जोड़े रखती हैं जो एक दूसरे के लम्बरूप होती हैं जो स्वीप को दो दिशाओं में चलाने के उपयुक्त होती हैं। ये ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज होती हैं। प्लेट के एक जोड़े के लिए एक विशेष स्वीप परिपथ चित्र ९–१० में दर्शित है।

चित्र ९–१०. सिंगिल-एन्डेड-सॉ-टूथ[3] वोल्टता स्रोत से चला पुश-पुल सा-टूथ-वेव[4] वोल्टता आवर्धक।

आवर्धक नलिका 1 इनपुट सिरों से उत्तेजक वोल्टता की सा-टूथ वेव को ग्रहण करती है और वोल्टता का आवर्धन करती है। नलिका 1 की आउट-पुट वोल्टता भार प्रतिरोध R पर प्रकट होती है और युग्म धारिता C_1, द्वारा कथोड-रे नलिका की एक विक्षेप प्लेटों के जोड़े को दे दी जाती है। विक्षेप प्लेट से एक d-c रास्ता होता है जिससे प्रतिरोध R_1 द्वारा पिक्चर नलिका की द्वितीय-एनोड वोल्टता प्राप्त होती है। आवर्धक नलिका २ के लिए ग्रिड-उत्तेजक वोल्टता प्रथम नलिका की एनोड और पृथ्वी के बीच सम्बन्धित वोल्टता विभाजक चक्र द्वारा प्राप्त होती है। द्वितीय

1. Electrostatic Sweep, 2. Electromagnetic, 3. Single-ended-saw-tooth, 4. Push-pull saw tooth.

नलिका का आउटपुट युग्म धारिता C_2 द्वारा विक्षेप प्लेटों के द्वितीय जोड़े को दिया जाता है; विक्षेप प्लेट प्रतिरोध R_2 द्वारा द्वितीय एनोड स्रोत से सम्बन्धित रहती है।

९–४.१. सा-टूथ वेव का फोरियर प्रसंवादी विश्लेषण[1]

आवर्धक परिपथ का आकार साधारणतः श्रव्य-आवृत्ति वोल्टता आवर्धक के आकार के समान होता है, जैसा बहुत सी किताबों में पाया जाता है। यद्यपि सा-टूथ वेव आवर्धकों में कुछ विशेष सावधानियाँ रखनी चाहिए जिनसे कला-विकृति[2] और पट्ट-विस्तार सीमा से उत्पन्न वेब आकृति की विकृति रोकी जा सके। काफी कम आवृत्तियों पर कला-विकृति कुछ कठिनाई उत्पन्न करती है जहाँ C_1R_1 गुणांक अपर्याप्त हो सकता है। वीडियो[3]-आवृत्ति आवर्धकों की भाँति उच्च आवृत्ति सीमा पर पट्ट-विस्तार परिपथ शण्ट धारिता द्वारा मालूम किया जाता है।

प्रश्न में वेब आकृति के प्रसंवादी[4] के आयामों को फोरियर विश्लेषण द्वारा प्राप्त कर काफी समीपता तक 'पट्ट-विस्तार की आकांक्षाएँ[5]' प्राप्त हो सकती हैं। तब परिपथ आकार द्वारा महत्त्व के उच्च अवयवों के लिए नियम बनाये जाते हैं।

वेब-आकृति विश्लेषण के लिए सामान्य सूत्रों के प्रयोग द्वारा d-c अवयव, साइन प्रसंवादी और कोज्या प्रसंवादी के आयाम मालूम कर सकते हैं। आवृत्ति वेब के लिए सामान्य समीकरण जो y का लब्ध आकार रखता है, निम्नलिखित है—

$$y=a_0+a_1\cos\phi+a_2\cos 2\phi+a_3\cos 3\phi+\ldots a_n\cos n\phi+b_1\sin\phi$$
$$+b_2\sin 2\phi+b_3\sin 3\phi+\ldots b_n\sin n\phi$$

2π आवृत्ति वाले किसी भी आवृत्त-फलन के विश्लेषण-हेतु निम्न सूत्र हैं। d-c अवयवों के लिए

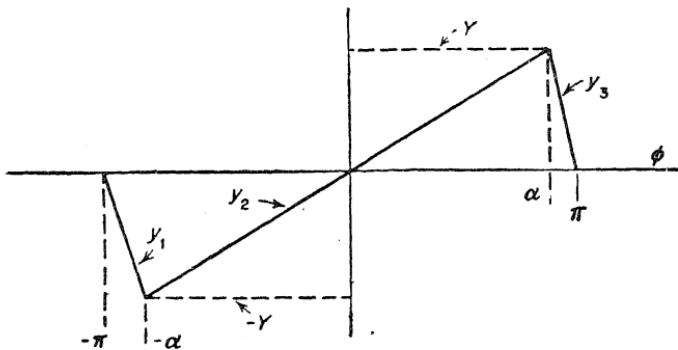
$$a_0=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} y\,d\phi \qquad (९–२४)$$

जहाँ

y=इण्टीग्रेशन-समय[6] के अन्दर तरंग आकृति का समीकरण

ϕ=अस्थिर कोण

n^{th} कोज्या प्रसंवादी के गुणांक के लिए

$$a_n=\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} y\cos n\phi\, d\phi \qquad (९–२५)$$

1. Fourier Harmonic Analysis, 2. Phase-distortion, 3. Vedio, 4. Harmonics, 5. Requirements, 6. Integration interval.

n^{th} ज्या प्रसंवादी के गुणांक के लिए

$$b_n = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} y \sin n\phi \, d\phi \qquad (९–२६)$$

पूर्ण विश्लेषण इस तरह वेव आकृति को प्रदर्शित करने वाली फोरियर श्रेणी के गुणांकों का हल देगा।

प्रश्न में किसी विशेष वेब का विश्लेषण उदाहरण द्वारा विस्तारपूर्वक दिया जायगा। चित्र ९–११ में प्रदर्शित सा-टूथ वेब तीन ज्यामितीय आकृतियों द्वारा गुणातीत है, अर्थात् y के तीन अवयवों के लिए तीन सरल रेखाओं के समीकरण जो, y_1, y_2 और y_3 द्वारा प्रदर्शित है। वेव अक्ष पर प्रदर्शित तरीके से समायोजित है, क्योंकि इससे

चित्र ९–११. सा-टूथ-वेव फोरियर प्रसंवादी विश्लेषण। एक पूर्ण चक्र को बनाने वाले y_1, y_2 और y_3 तीन अनूठे[1] भाग हैं।

सममिति[2] प्राप्त है। सममिति का अक्ष से नापा हुआ उच्चतम आयाम Y है। विश्लेषण सम्बन्धी ज्यामिति से y_1, y_2 और y_3 के समीकरण निम्न हैं :

$$y_1 = -Y\frac{\pi+\phi}{\pi-\alpha} \qquad (९–२७)$$

$$y_2 = Y\frac{\phi}{\alpha} \qquad (९–२८)$$

$$y_3 = Y\frac{\pi-\phi}{\pi-\alpha} \qquad (९–२९)$$

$$a_n=\frac{1}{\pi}\int_{\pi}^{-a}-Y-\frac{\pi+\phi}{\pi-a}\cos n\,\phi\,d\,\phi+\frac{1}{2\pi}\int_{-a}^{a}\frac{Y\phi}{a}\cos n\,\phi\,d\,\phi$$

$$+\frac{1}{\pi}\int_{a}^{\pi}Y\,\frac{\pi-\phi}{\pi-a}\cos n\,\phi\,d\,\phi \qquad (९\text{–}३४)$$

उपर्युक्त इण्टीग्रल को हल करने में निम्न इण्टीग्रेशन समीकरण का प्रयोग होता है

$$\int\phi\cos n\,\phi\,d\phi=\frac{1}{\pi}\left[\frac{\cos n\,\phi}{n}+\phi\,\text{Sin}\,n\,\phi\right] \qquad (९\text{—}३५)$$

समी० (९–३४) के इण्टीग्रेशन में इस समीकरण का प्रयोग करने पर

$$a_n=\frac{-Y}{\pi(\pi-a)}\left[\frac{\pi}{n}\sin n\,\phi+\frac{1}{n}\left[\frac{\cos n\phi}{n}+\phi\sin n\,\phi\right]\right]_{-\pi}^{-a}$$

$$+\frac{Y}{\pi a}\left[\frac{1}{n}\left(\frac{\cos n\,\phi}{n}+\phi\sin n\phi\right)\right]_{-a}^{a}$$

$$+\frac{Y}{\pi(\pi-a)}\left[\frac{\pi}{n}\sin n\,\phi-\frac{1}{n}\left(\frac{\cos n\,\phi}{n}+\phi\sin n\,\phi\right)\right]_{a}^{\pi} \qquad (९\text{—}३६)$$

सीमाओं को रखने से

$$a_n=0 \qquad (९\text{–}३७)$$

इस प्रकार मिश्रित वेब आकृति में कोई कोज्या प्रसंवादी नहीं है। अंत में ज्या गुणांक हल होंगे। समी० (९–२७) से

$$b_n=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{-a}-Y\frac{\pi+\phi}{\pi-a}\sin n\,\phi\,d\,\phi+\frac{1}{\pi}\int_{-a}^{a}\frac{Y\phi}{a}\sin n\,\phi\,d\,\phi$$

$$+\frac{1}{\pi}\int_{a}^{\pi}Y\frac{\pi-\phi}{\pi-a}\sin n\,\phi\,d\,\phi \qquad (९\text{–}३८)$$

उपर्युक्त इण्टीग्रेशन में निम्न इण्टीग्रेशन समीकरण का प्रयोग होता है—

$$\int\phi\sin n\,\phi\,d\,\phi=\frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\,\phi}{n}-\phi\cos n\,\phi\right) \qquad (९\text{–}३९)$$

समी० (९–३८) के इण्टीग्रेशन में इस समीकरण का प्रयोग करने पर

$$b_n = \frac{-Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left[\frac{-\pi}{n}\cos n\phi + \frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\phi}{n} - \phi\cos n\phi\right)\right]\Bigg|_{-\pi}^{-\alpha}$$

$$+\frac{Y}{\pi\alpha}\left[\frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\phi}{n} - \phi\cos n\phi\right)\right]\Bigg|_{-\alpha}^{\alpha}$$

$$+\frac{Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left[\frac{-\pi}{n}\cos n\phi - \frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\phi}{n} - \phi\cos n\phi\right)\right]\Bigg|_{\alpha}^{\pi} \quad (९–४०)$$

सीमाएं रखने पर

$$b_n = \frac{-Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left\{-\frac{\pi}{n}\cos(-n\alpha) + \frac{1}{n}\left[\frac{\sin(-n\alpha)}{n} + \alpha\cos(-n\alpha)\right]\right\}$$

$$+\frac{Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left\{-\frac{\pi}{n}\cos(-n\pi) + \frac{1}{n}\left[\frac{\sin(-n\alpha)}{n} + \pi\cos(-n\pi)\right]\right\}$$

$$+\frac{Y}{\pi\alpha}\left\{\frac{1}{n}\left[\frac{\sin n\alpha}{n} - \alpha\cos n\alpha\right] - \frac{1}{n}\left[\frac{\sin(-n\alpha)}{n} + \alpha\cos(-n\alpha)\right]\right\}$$

$$+\frac{Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left[\frac{-\pi}{n}\cos n\pi - \frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\pi}{n} - \pi\cos n\pi\right)\right]$$

$$-\frac{Y}{\pi(\pi-\alpha)}\left[-\frac{\pi}{n}\cos n\alpha - \frac{1}{n}\left(\frac{\sin n\alpha}{n} - \alpha\cos n\alpha\right)\right] \quad (९–४१)$$

एक से पद इकट्ठे करने पर और संक्षेप करने पर

$$b_n = \frac{2Y}{n^2\alpha(\pi-\alpha)}\sin n\alpha \quad (९–४२)$$

अब यदि ट्रेस-काल[1] t_2 रिट्रेसकाल t_1 और आवृत्ति काल T हो तब

$$\alpha = \frac{t_2\pi}{T} \quad (९–४३)$$

समी० (९–४२) में इन मानों को रखने पर

$$b_n = \frac{2YT^2}{\pi^2 n^2 t_1 t_2}\sin\frac{t_2 n\pi}{T} \quad (९–४४)$$

1. Trace time.

तालिका—९—२. आधारभूत एवं प्रसंवादी ज्या तरंगों के गुणांक

(सममिति के अक्ष से, जहाँ रिट्रेसकाल एक आवर्तकाल का १२·५% होता है, माप करने पर ज्ञात होगा कि ज्या तरंगें मिलकर $Y=7\pi/16$ आयाम की एक सा-टूथ वेब बनाती है)

n	b_n	n	b_n	n	b_n
१	०·९७५	९	−०·०१२०	१७	०·००३४
२	−०·४५०	१०	०·०१८०	१८	−०·००५६
३	०·२६२	११	−०·०१९५	१९	०·००६५
४	−०·१५९	१२	०·०१७७	२०	−०·००६४
५	०·०९५	१३	−०·०१३९	२१	०·००५४
६	−०·०५०	१४	०·००९२	२२	−०·००३७
७	०·०२०	१५	−०·००४३	२३	०·००१८
८	०·०००	१६	०·००००	२४	०·००००

समी० (९—४४) पर आधारित क्षैतिज सा-टूथ साइन प्रसंवादी के लिए गुणांकों के मान तालिका ९—२ में दिये गये हैं जहाँ $T=1/15{,}750=63{\cdot}5\times10^{-6}$ सेकण्ड रिट्रेस काल t_2, T का $12{\cdot}5\%$ या 8×10^{-6} सेकण्ड और ट्रेस काल t_2 $55{\cdot}5\times10^{-6}$ सेकण्ड Y का मान गणना करने के लिए $7/8\times\pi/2$ मान लिया जायगा, इसलिए

$$b_n=\frac{2\times7\pi\times63{\cdot}5^2}{8\times2\pi^2n^2 8\times55{\cdot}5}\ \sin\ \frac{7n\pi}{8}$$

$$=\frac{2{\cdot}55}{n^2}\sin n\ 2{\cdot}75^r=\frac{2.55}{n^2}\sin n\ 157{\cdot}5^0 \qquad (९—४५)$$

सा-टूथ वेब आकृति के फोरियर प्रसंवादी विश्लेषण यदि अच्छी तरह समझें जायँ तो वे निम्नलिखित बातें प्रदर्शित करते हैं—

१. यदि प्रेषित प्रसंवादी n तक हों तो लब्ध वेब आकृति हमेशा $T/n+1$ से ज्यादा रिट्रेसकाल रखेगी। सिर्फ आदर्श दशा में रिट्रेस समय शून्य होता है और रिट्रेस काल $T/n+1$ हो जाता है।

२. यदि प्रारम्भिक वेव आकृति का रिट्रेसकाल ज्यादा है तो लब्ध वेब में रिट्रेस काल समानुपात में ज्यादा होगा।

प्रथम सिद्धान्त का अर्थ एक साधारण उदाहरण के द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है। सा-टूथ वेब के लिए जिसका रिट्रेस काल शून्य है निम्नलिखित श्रेणी है—

$$y=K\left(\sin\phi-\frac{\sin 2\phi}{2}+\frac{\sin 3\phi}{2}\cdots\right) \qquad (९—४६)$$

माना सिर्फ प्रथम दो प्रसंवादी इस्तेमाल होते हैं। तब लब्ध तरंग

$$y_1 = K\left(\sin\phi - \frac{\sin 2\phi}{2}\right) \quad (९—४७)$$

हो जाती है।

रिट्रेस काल प्राप्त करने के लिए समी० (९–४७) की वेब सा-टूथ-वेब का शीर्ष निश्चित करने के लिए चलितकलित[1] किया जायगा, इस तरह

$$\frac{dy_1}{d\phi} = 0 = \cos\phi - \cos 2\phi \quad (९—४८)$$

परन्तु

$$\cos 2\phi = 2\cos^2\phi - 1 \quad (९—४९)$$

समी० (९–४८) में समी० (९–४९) रखने पर

$$\cos\phi - 2\cos^2\phi + 1 = 0 \quad (९—५०)$$

$\cos\phi$ के लिए हल करने के लिए

$$\cos\phi = 1 \text{ या } -0.5 \quad (९—५१)$$

प्रथम मूल से $\phi = 0$, इसलिए यह शीर्ष नहीं है; द्वितीय मूल से

$$\phi = 120^0 \text{ या } \frac{2\pi}{3} \quad (९—५२)$$

अब हमने माना[2] यह है कि रिट्रेस काल $\frac{T}{(n+1)}$ से ज्यादा होगा। $T = 2\pi$ है और $n = 2$, इसलिए

$$t_1 = \frac{T}{n+1} = \frac{2\pi}{2+1} = 0{\cdot}667\pi \quad (९—५३)$$

समी० (९–५२) से रिट्रेस काल

$$t_1 = (2\pi - 2\phi) = \left[2\pi - 2\times\frac{2\pi}{3}\right] = 0{\cdot}667\pi \quad (९—५४)$$

समी० (९–५३) और समी० (९–५४) बराबर है इसलिए कल्पना[3] से सन्तुष्टि हो जाती है।

अब माना, १२% रिट्रेस सा-टूथ वेब है; प्रथम दो पद इस्तेमाल करते हुए समी० (९–४४) से

$$y_2 = K_1(0{\cdot}975 \sin\phi - 0{\cdot}45 \sin 2\phi) \quad (९—५५)$$

1. Differentiate, 2. Postulate, 3. Postnlate.

$$\frac{dy_2}{d\phi}=0=0{\cdot}975 \cos\phi-0{\cdot}90 \cos 2\phi$$

$$=0{\cdot}975 \cos\phi-1{\cdot}8 \cos^2\phi+0{\cdot}9 \qquad (९—५६)$$

$\cos\phi$ के लिए हल करने से

$$\cos\phi=-0{\cdot}484$$

$$\phi=119^0=0{\cdot}661\ \pi \text{ रेडियन} \qquad (९—५७)$$

इस प्रकार रिट्रेस काल

$$t_1=(2\pi-2\phi)=(2\pi-1{\cdot}322\ \pi)$$

$$=0{\cdot}678\ \pi \qquad (९—५८)$$

यह देखा जायगा कि $0{\cdot}678\ \pi$, $0{\cdot}667\ \pi$ से ज्यादा है और इस तरह द्वितीय कल्पना सन्तुष्ट हो जाती है। इसका अर्थ यह है कि ज्यादा प्रारम्भिक रिट्रेस काल की वेब से उच्च क्रम के प्रसंवादियों को छोड़ना शून्य रिट्रेस काल की आदर्श सा-टूथ वेब से उन्हीं उच्च प्रसंवादियों को छोड़ने से ज्यादा लब्ध रिट्रेस काल उत्पन्न होगा।

व्यापक परिणाम यह है कि सीमित पट्ट-विस्तार की प्रयोगात्मक पद्धति में न्यूनतम रिट्रेस काल उस समय प्राप्त होगा जब इनपुट वेब सम्भव से सम्भव शून्य रिट्रेस काल के करीब रिट्रेस काल रखती हो।

इस प्रकार ट्रेस काल का 1/8th रिट्रेस काल प्राप्त करने के लिए यह जरूरी है कि कम से कम 7th प्रसंवादी प्रेषित हो, वास्तव में यदि इनपुट वेब का काफी रिट्रेस काल है तो सम्भवतः आठवें, नवे या दसवें प्रसंवादी की आवश्यकता हो सकती है। क्षैतिज आवृत्ति का सातवाँ प्रसंवादी $7\times15{,}750=110250$ cps (चक्र/सेकण्ड) है। इसलिए यह आवृत्ति स्वीप परिपथ बनाने में प्रयुक्त होनी चाहिए।

स्वीप आवर्धक में प्रयुक्त बाह्य प्लेट-परिपथ प्रतिरोध-वीडिओ[1]-आवृत्ति आवर्धक की कल्पना[2] से मालूम हो सकता है जो ज्ञात शण्ट धारिता और उच्च आवृत्ति सीमा पर आधारित है। कैथोड-रे ट्यूब की स्वीप के लिए आवश्यक वोल्टता चित्र आकार, द्वितीय-एनोड वोल्टता और विक्षेप प्लेट आकार की विक्षेप सुग्राहकता से मालूम हो सकती है।

एक बार शीर्ष वोल्टता और प्रतिरोध मालूम होने पर शीर्ष धारा ओम-नियम[3] से मालूम हो सकती है और उस धारा व वोल्टता की नलिका प्रयोग के लिए चुनी जाती है।

1. Vedio, 2. Theory, 3. Ohm's law.

९–५. विद्युत्-चुम्बकीय स्वीप प्रवर्धक

स्वीप-योक[१] के वेष्टनों में होकर जाने वाली धारा की सा-टूथ वेव के लिए साधारण आवश्यकता यह है कि ट्रेस-काल में धारा समय के समानुपाती होती है और रिट्रेस काल में धारा विपरीत हो जाती है और पूर्व प्रारम्भिक बिन्दु को लौट जाती है। चुम्बकीय-स्वीप परिपथ में कुछ विशेष समस्याएँ उत्पन्न होती हैं क्योंकि नलिका भार प्रेरकत्व तथा श्रेणी प्रतिरोध रखता है जो धारिता द्वारा शण्टित होते हैं। रि-ट्रेस-काल में धारा का तीव्र क्षय[२] वेष्टन धारा में अनिच्छित अवमन्दित दोलन उत्पन्न कर सकता है जो चित्र के बायें भाग की ओर ऊध्वाधर डोरियों[३] के रूप में स्वयं प्रकट होते हैं। योक और विपरीत-प्रवाह[४] के बीच नलिका के ऊपर उच्च-वोल्टता सर्ज की द्वितीय समस्या वोल्टता समाप्ति[५] को दूर करने के लिए पर्याप्त पृथक्करण[६] के हेतु अवयवों की बनावट में तथा वगैर समाप्ति की उच्चसर्ज[७] वोल्टता योग्यताएँ रखने वाली नलिका के चयन में ध्यान रखनी चाहिए।

फील्ड-आवृत्ति पर दोलनोत्पादक और उच्च वोल्टता समस्याएँ ज्यादा गम्भीर नहीं हैं परन्तु लाइन-आवृत्ति[८] पर मुख्य हैं। इस विषय के अनुसन्धान[९] के पहले, विद्युत चुम्बकीय विक्षेपण की क्रिया का थोड़ा अध्ययन करना उपयुक्त है।

चुम्बकीय क्षेत्र इलेक्ट्रॉन को उसकी उड़ान[१०] की लम्ब दिशा में त्वरण[११] देता है। चूँकि त्वरण हमेशा लम्ब रूप होता है, इलेक्ट्रॉन अपनी गति नहीं बदल सकता, परन्तु अपनी उड़ान की दिशा बदल सकता है। इलेक्ट्रॉन की गतिज-ऊर्जा[१२] जो चुम्बकीय क्षेत्र में घूमती है, स्थिर राशि है, अस्तु इलेक्ट्रॉन की कक्षा[१३] की वक्रता-त्रिज्या[१४] की ऊर्जा के अविनाशत्व के नियम से गणना हो सकती है। प्राप्त त्रिज्या

$$\rho = \frac{mv}{eH} \qquad (९—५९)$$

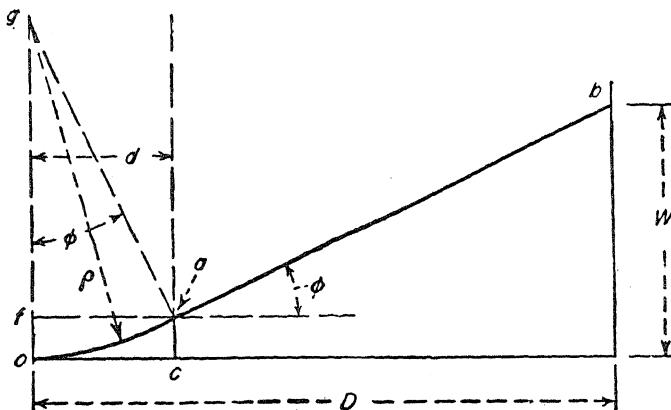
होता है। जहाँ e = इलेक्ट्रॉन का आवेश

m = इलेक्ट्रॉन की संहति

1. Sweep-yoke, 2. Decay, 3. Striation, 4. Flyback, 5. Breakdown, 6. Insulation, 7. Surge, 8. Line-frequency, 9. Explore, 10. Maloff, I. G., Cathode Ray Tube in Television Reception, Television (RCA Institutes Technical Press) Vol., 1, p. 347, July, 1936. 11. Acceleration, 12. Kinetic-Energy, 13. Orbit, 14. Radius of Curvature.

v=इलेक्ट्रॉन का वेग

H=चुम्बकीय क्षेत्र तीव्रता

समी० (९–५९) को प्रयोगात्मक इकाइयों में बदलने से

$$\rho = 3{\cdot}36\frac{\sqrt{V}}{H} \text{ से० मी०} \qquad (९—६०)$$

जहाँ

V=प्रयोगात्मक वोल्ट में इलेक्ट्रॉन का वेग

H=गिलबर्ट प्रति सेण्टीमीटर में चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

चित्र ९–१२ के संदर्भ से माना, दूरी D गन[1] के समीप क्षेत्र की कोर[2] से प्रतिदीप्त पर्दे की है और माना, दूरी d कैथोड-रे नलिका के अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र की है। यह देखा जायगा कि इलेक्ट्रॉन का पथ 0ab होगा जिसमें वक्र 0a भाग चुम्बकीय क्षेत्र

चित्र ९–१२. विक्षेप W और नलिका आकार के बीच सम्बन्ध मालूम करने के लिए ज्यामितीय बनावट।

में तथा ab सीधा भाग चुम्बकीय क्षेत्र को छोड़ने के बाद है। विक्षेप W का परिणाम हल करना होगा। ज्यामिति से

$$gf = \sqrt{\rho^2 - d^2} \qquad (९—६१)$$

1. Gun, 2. Edge.

$$ac=\rho-gf=\rho-\sqrt{\rho^2-d^2} \qquad (९—६२)$$

अर्थात्

$$W=ac+(D-d)\tan\phi \qquad (९—६३)$$

परन्तु

$$\tan\phi=\frac{d}{\sqrt{\rho^2-d^2}} \qquad (९—६४)$$

समी० (९–६२) और (९–६४) को समी० (९–६३) में रखने पर

$$W=\rho-\sqrt{\rho^2-d^2}+\frac{(D-d)\,d}{\sqrt{\rho^2-d^2}} \qquad (९—६५)$$

अब यदि d,ρ और D की अपेक्षा कम है तो समी० (९–६५)

$$W\simeq\frac{Dd}{\rho} \qquad (९—६६)$$

समी० (९–६०) द्वारा दिये हुए ρ के मान को रखने पर

$$W=\frac{0{\cdot}298\ DdH}{\sqrt{V}} \qquad (९—६७)$$

इस तरह यह समीकरण दर्शाता है कि विक्षेप क्षेत्र तीव्रता का समानुपाती है जिसका आशय यह है कि चित्र-पट[1] पर ट्रेस विक्षेप वेष्टन में धारा की सामर्थ्य नापने का सीधा उपाय है। समीकरण यह भी दर्शाता है कि विक्षेप का परिमाण, क्षेत्र की लम्बाई और दूरी D के समानुपाती और द्वितीय एनोड वोल्टता के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती है। इस प्रकार अन्य बातों में समान होने पर, एक लम्बी कैथोड-रे नलिका (जो संकुचित कोण विक्षेप नलिका भी कही गयी है) एक छोटी नलिका के सापेक्ष स्वीप करने के लिए आसान होगी। यद्यपि छोटी नलिका टेलीविजन-ग्राहक खोल में आसानी से लगायी जाती है, इस समय नलिकाएँ 27·5 ϕ की साधारणतः बनायी जाती हैं जिनमें कोण अक्ष से उच्च अपबिन्दु[2] तक नापा गया है। इतने बड़े कोणों के लिए समी० (९–६७) की अनुमानतः गणना काफी त्रुटि रख सकती है जिससे समी० (९–६५) पर्याप्त शुद्धता के लिए आवश्यकीय हो सके।

1. Screen, 2. Divergence.

समी० (९–६३) से d के लिए हल करने से d का उच्चतम मान मालूम किया जा सकता है। अर्थात्

$$d_{max} = \frac{ac}{\sqrt{1+\cot^2\phi_{max}} - \cot\phi_{max}} \qquad (९–६८)$$

इस प्रकार चूँकि ac नलिका के अन्दर की गर्दन की त्रिज्या है और धारा नलिका में अनुमानतः 0·55 इंच के बराबर है जब ϕ_{max}27·5°

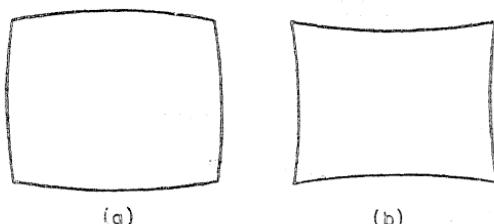
$$d_{max} = \frac{0{\cdot}55 \text{ इंच}}{\sqrt{1+1{\cdot}92^2} - 1{\cdot}92} = 2{\cdot}25 \text{ इंच} \qquad (९–६९)$$

यदि d समी० (९–६८) द्वारा दिये हुए मान से बड़ा किया जाय तो यह ज्ञात होगा कि गर्दन-निकास[1] विक्षेप को काट देगा और चित्र-पट पर छाया उत्पन्न करेगा जिससे चित्र चित्र-पट की अपेक्षा सीमित हो जाय।

कोण ϕ_{max} और d_{max} से मालूम की हुई ρ_{min} का मान

$$\rho_{min} = d_{max}\sqrt{1+\cot^2\phi_{m\ x}} \qquad (९–७०)$$

है। उदाहरण में दिये हुए से

$$\rho_{min} = 2{\cdot}25\sqrt{1+1{\cdot}99^2} = 4{\cdot}87 \text{ इंच} \qquad (९–७१)$$

इस दृष्टान्त में d, ρ की तुलना में कठिनता से उपेक्षणीय[2] है अर्थात् अनुमानतः समीकरण बड़े विक्षेप कोणों के लिए उपयुक्त नहीं है।

अशुद्धता का द्वितीय स्रोत यह है कि H लम्बाई d पर पूर्ण अचल[3] है परन्तु 0·5 d पर अधिकतम हो जाती है जो नलिका के परिमित[4] आकार द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के आकार[5] के कारण है।

अशुद्धता का अन्य स्रोत यह है कि जब कैथोड-रे एक दूसरे के लम्ब रूप दो क्षेत्रों द्वारा क्रियान्वित[6] होती है, इलेक्ट्रॉन का चक्राकार-मार्ग[7] चित्र के कोनों के पास प्रत्येक क्षेत्र से झुका होता है, जिसका आशय यह है कि विक्षेप इच्छित मान से कम हो जायगा जो विक्षेप कोण के ०·६ की कोज्या तक पहुँच सकता है या प्रश्न में यह कमी कर्ण[8] को इच्छित मान के सिर्फ cos (0·6×27·5°) = cos 16·5 = 0·96 गुना बना देगी। समकोण "वेरिल"[9] नाम की विकृत आकृति में विकृत हो जायगा जैसा कि

1. Neck-opening, 2. Negligible, 3. Constant, 4. Finite, 5. Configuration, 6. Acted upon, 7. Trajectory 8. Diagonal 9. Barrel.

चित्र ९–१३ में प्रदर्शित है। इसके विपरीत यदि योक[1] निकास सिरे[2] पर धारी-प्रवाह"[3] काफी मात्रा में देता है और यदि नलिका काफी चौड़ा मुख रखती है तो चित्र ९–१३b में दर्शित 'पिन-कुशन' नाम की विकृति उत्पन्न हो सकती है।

चित्र ९–१३. (a) बेरिल विकृति और (b) पिन कुशन विकृति; कैथोड-रे नलिका के मुख पर उत्पन्न प्रतिमा[4] में।

प्रत्येक प्रकार की विकृति विक्षेप वेष्टनों को बनाने वाले चक्करों को क्रम[5] में रखने से तथा वेष्टन के चक्करों के सापेक्ष उचित स्थिति में लोहा रखकर क्षेत्र-आकार को बदलने से दूर की जा सकती है।

योक-वेष्टनों की बनावट के अध्ययन में H को किरण के विक्षेप के लिए आवश्य-कीय चुम्बकीय शक्ति तथा सामर्थ्य के साथ समी० (९–६७) सम्बन्धित करना उचित है। माना, विक्षेप वेष्टन आयताकार आकार में बना है जिसमें n चक्कर हैं। तब प्रेरकत्व

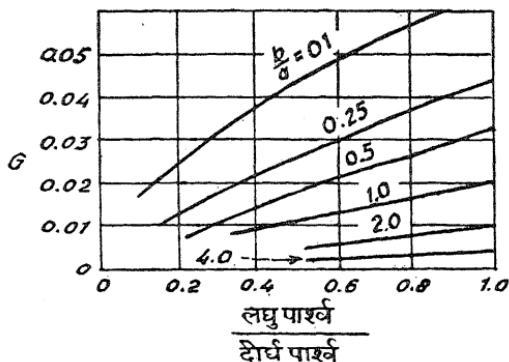
$$L = an^2G \qquad (९—७२)$$

द्वारा दिया जायगा।[6]

जहाँ a=वेष्टन आकृति की औसत लम्बाई

a_1=वेष्टन आकृति की औसत चौड़ाई

b/a=घुमाव-अनुप्रस्थ-परिच्छेद की परिधि[7] 2/2a

G=चित्र ९–१४ में दर्शित a_1/a और b/a अनुपात पर निर्भर करने वाला अचल

1. Yoke, 2. Exit end, 3. Fringe-Flux, 4. Pattern, 5. Distribute, 6. A. Terman F. E., "Radio Engineering" P. 671, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, 1947. 7. Circumference of winding cross section.

चित्र ९–१४ के वक्रों का अध्ययन यह प्रदर्शित करता है कि b/a और a_1/a के अधिक मान के लिए जब a बढ़ाया जाता है, G का मान वास्तव में[1] अचल रहता है, अर्थात् समी० (९–७२) से प्रेरकत्व[2] a के समानुपाती बढ़ता है। इस प्रकार यदि एक अचल प्रेरकत्व की आवश्यकता है तो a के वर्गमूल के विलोम की भाँति n बदल जाना चाहिए। चूंकि चुम्बकीय तीव्रता ni के समानुपाती है जहाँ i धारा है

$$H=kni \qquad (९—७३)$$

जहाँ k एक अचल है। समी० (९–७२) से अचल प्रेरकत्व

$$L=dn^2\ G \qquad (९—७४)$$

चित्र ९–१४. आयताकार आकृति के वेष्टन के प्रेरकत्व के लिए समीकरण (९–७२) में G गुणांक की गणना करने के लिए वक्र।

द्वारा लिखा जा सकता है। जहाँ चित्र ९–१२ की d समी० (९–७२) की a द्वारा स्थापित[3] है। तब

$$n=\frac{L}{dG} \qquad (९–७५)$$

समी० (९–७३) को समी० (९–६७) में रखने पर

$$W=\frac{0{\cdot}298\ Dd\ kni}{\sqrt{V}} \qquad (९–७६)$$

1. Substantially, 2. Inductance, 3. Replace.

समी० (९–७५) को समी० (९–७६) में n के लिए रखने पर

$$W=0{\cdot}298\ DiK\sqrt{\frac{Ld}{GV}} \qquad (९–७७)$$

i के लिए समी० (९–७७) को हल करने पर

$$i=\frac{W}{0{\cdot}298DK}\sqrt{\frac{GV}{Ld}} \qquad (९–७८)$$

इस तरह चित्रपट पर अचल विक्षेप D के लिए धारा वेष्टन की लम्बाई d के वर्ग-मूल के विलोमानुपाती होती है। इस कारण d का वह उच्चतम सम्भव मान प्रयुक्त करना महत्त्वपूर्ण है जहाँ गर्दन की छाया दिखाई देना प्रारम्भ ही होती है। चुम्बकीय क्षेत्र में एकत्रित शक्ति

$$E=\frac{Li^2}{2} \qquad (९–७९)$$

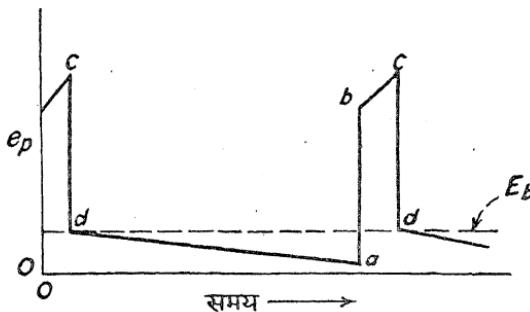
यदि W का मान अचल W_1 दिया जाय तो समी० (९–७८) में W_1 और समी० (९–७९) में समी० (९–७८) रखने पर

$$E=\frac{1}{d}\left(\frac{W_1^2GV}{0{\cdot}178\ D^2K^2}\right) \qquad (९–८०)$$

चूंकि कोष्ठक के अन्दर अचल पद है इस कारण एकत्रित शक्ति के विलोमानुपाती है।

चूंकि घुमाव के अनुप्रस्थ परिच्छेद द्वारा घिरे हुए स्थान की भौतिक आकृति अचल है, परिपथ प्रतिरोध अनुमानतः अचल है, जब d और n समी० (९–७५) के अनुसार बदलते हैं। इसी लिए योक द्वारा विसर्जित शक्ति i^2 R समी० (९–७९) की तरह

$$P=\frac{K}{d} \qquad (९–८१)$$

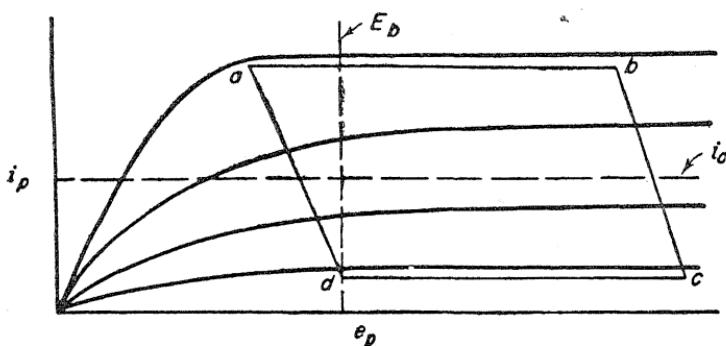
होगी, जहाँ K एक नियतांक है।

अतः योक में धारा प्रवाहित करने के लिए आवश्यकीय सामर्थ्य[1] योक की लम्बाई के विपरीत अनुपात में होती है। इस प्रकार समी० (९–८०) और (९–८१) से

1. Power.

विक्षेप[1]-योक की सुग्राहकता योक लम्बाई की विलोमानुपाती हुई। प्रयोगात्मक योक में लाइन-आवृत्ति पर सामर्थ्य की अपेक्षा शक्ति बहुत ज्यादा है, इसलिए मुख्य विचार-विनिमय योक को चलाने के लिए आवश्यकीय वोल्ट-आम्पीयर्स है और मुख्यत:, चूंकि धारा वेव समय के साथ बदलती है, इसलिए शिखर-वोल्ट-आम्पीयर[2] निर्वात नली आवर्धक के, जो योक को चलाता है, चयन में मुख्य हैं।

चूंकि योक वेष्टन प्रतिरोध की श्रेणी में एक प्रेरकत्व है, योक के ऊपर वोल्टता निम्न समीकरण द्वारा दी जाती है

$$e = L\frac{di}{dt} + Ri \qquad (९—८२)$$

अब यदि शक्ति-प्रवर्धन के लिए पेण्टोड प्रयोग में लाया गया है तो प्लेट धारा को ग्रिड वोल्टता के साथ अनुकरण कराना सम्भव है, क्योंकि नलिका प्लेट प्रतिरोध

चित्र ९–१५. स्वीप आवर्धक नलिका की तात्कालिक प्लेट वोल्टता, जो प्रतिकर्तृत्व प्रतिरोध[3] अनुपात काफी रखने वाले चुम्बक स्वीप योक को पोषित करती है।

प्रेरकत्व के प्रतिकर्तृत्व से वास्तव में सा-टूथ वेव की मूल[4]-आवृत्ति के दसवें प्रसंवादी[5] तक की आवृत्तियों के लिए अधिक है। तब प्लेट धारा सा-टूथ वेव की आकृति रखेगी। लाइन आवृत्ति पर योक में प्रायः प्राप्त दशा[6] यह है कि उलटी-उड़ान[7] के समय में पद $L\frac{di}{dt}$, Ri से बहुत ज्यादा है जिससे योक के ऊपर वोल्टता चित्र ९–१५ में प्रदर्शित

1. Deflection, 2. Peak-Volt-Amperes, 3. Reactance-to-Resistance, 4. Fundamental, 5. Harmonic, 6. Condition, 7. Flyback.

की तरह है। e_0 औसत प्लेट वोल्टता बतलाता है जो अनुमानतः प्लेट-संचय[1] के बराबर है। चित्र ९–१५ से यह ज्ञात होता है कि प्लेट वोल्टता योक वोल्टता के कई गुने तक बढ़ सकती है। यह बढ़ोत्तरी e_0 के दस गुने के बराबर हो सकती है यदि ग्रिड वोल्टता $e_g=0$ से e_g =कटआफ[2] तक बदली जाय। चित्र ९–१५ के वक्र और प्लेट धारा के सा-टूथ वेव के, जो $i_p - e_p$ में निर्वात नलिका लाक्षणिक वक्र पर खिंची है, संयोग[3] से प्राप्त वक्र चित्र ९–१६ में प्रदर्शित है। a b c d शब्द दोनों चित्रों में चक्र के अनुरूप[4] भाग प्रदर्शित करता है।

आवश्यक वोल्ट-आम्पीयर्स अनुमानतः वोल्टता ab और धारा bc के गुणनफल के बराबर है। यह नलिका के शिखर से शिखर तक वाट में सामर्थ्य-दर के आठ गुने के

चित्र ९–१६. स्वीप योक के प्रेरकत्व भार के लिए नलिका लाक्षणिक वक्र पर प्लेट वोल्टता और धारा का प्रदर्शन[5]। cd लाइन उच्च दक्षता या क्लास c आवर्धक में शून्य प्लेट धारा अक्ष पर आ सकती है।

बराबर हो सकता है। इस तरह, एक ८०७ नलिका जो विक्षेप परिपथ में कार्यान्वित है, जहाँ धारा २५० वोल्ट के दस गुने या २५०० के साथ २०० मिली आम्पीयर्स तक बदली जाती है, अधिकतम वोल्ट-आम्पीयर्स आउट-पुट

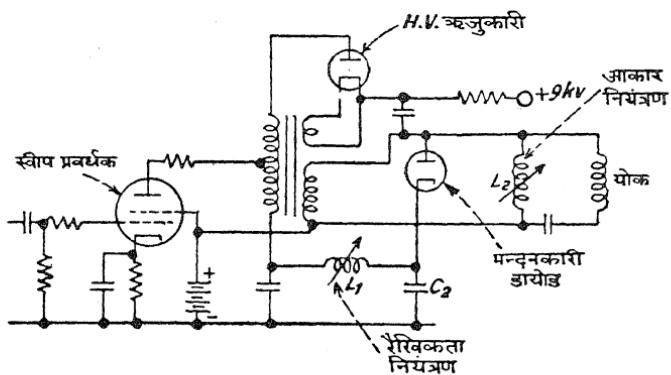
$$E = ei = 2500 \times 0{\cdot}2 = 500 \text{ va} \qquad (९–८३)$$

रख सकती है।

1. Plate Supply, 2. Cut-off, 3. Combination, 4. Corresponding, 5. Excursion.

८०७ का नाम मात्र[1] क्लास A आउट-पुट करीब ७·५ वाट है या पीक से पीक सामर्थ्य[2] ८×७·५=६० वाट है।

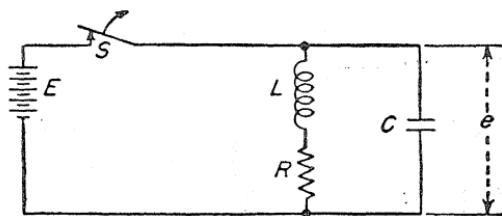
$$\frac{E}{W}=\frac{500}{60}=8{\cdot}33 \qquad (९—८४)$$

इस तरह यह देखा गया है कि नलिका का चयन इतने उच्च वोल्टता शिखर के साथ सफल कार्य के लिए सावधानी के साथ करना चाहिए। इसके लिए लाइन-आवृत्ति-सामर्थ्य आवर्धक नलिका में एनोड-लीड[3] आधार से न होकर टोप-केप[4] में होकर निकाली जाती है। नलिका ८०७ और 6BG6 भी इन्हीं आवश्यकताओं को पूरा करती है।

९—५.१. दक्ष[5] डाओड—

उपर्युक्त वर्णन मुख्यतः क्लास A आवर्धक क्रिया[6] के लिए है; बहुत से क्लास A आवर्धकों की तरह दक्षता काफी कम है। यदि क्लास C क्रिया प्रयुक्त की जाय तो दक्षता काफी बढ़ायी जा सकती है। आजकल व्यापारिक ग्राहकों में यह विधि काम में लायी जाती है।

पूर्वोक्त वर्णन में परिपथ धारिता का कोई निर्देशन नहीं किया गया था, परन्तु शन्ट-धारिता का कुछ भाग रहता है जो नलिका, तार, बाइंडिंग[7] और ट्रान्स्फार्मर के कोर तथा योक की वाइंडिंग द्वारा होता है। उच्च दक्ष A पद्धतियों में एकत्रित शक्ति के प्रेरकत्व से धारिता को जाने का इस्तेमाल होता है।[8] चित्र ९—१७ के परिपथ को देखो। यह परिपथ बहुत से टेलीविजन ग्राहकों में प्रयुक्त परिपथों को प्रदर्शित करता है। यह परिपथ मुख्यतः, जैसा यूनाइटेड पेटेण्ट २४४०४१८ में प्रदर्शित तथा अप्रैल २७, १९४८ में S. R. Tourshon को दिया गया था, प्रकट है। स्वीप आवर्धक नलिका, वीम-पावर टेट्रोड के एनोड एक न्यून एन्टी-पेरासाइटिक[9] प्रतिरोध के द्वारा स्वीप आउटपुट ट्रान्सफार्मर के प्राथमिक[10] से सम्बन्धित होता है। प्राइमरी का नीचे का सिरा c_1 धारिता द्वारा पृथ्वी से सम्बन्धित होता है। ट्रान्सफार्मर की द्वितीयक ब्लोकिंग धारिता द्वारा स्वीप योक से सम्बन्धित होती है। एक अवमन्दन डाओड

1. Nominal, 2. Power, 3. Lead, 4. Top-Cap. 5. Efficiency, 6. Operation, 7. Windings, 8. A. Schade, O. H., Magnetic deflection Circuite for Cathode ray Tubes R. C. A. Rev. Vol. VIII No. 3, p. 506 September, 1947. 9. Antiparasite, 10. Primary.

द्वितीयक के उच्च सिरे से धारिता c_2 से सम्बन्धित होता है। द्वितीयक का नीचे का सिरा पृथ्वी से सम्बन्धित रहता है। एक न्यून परिवर्तक प्रेरकत्व c_1 और c_2 के उच्च सिरों से सम्बन्धित रहता है और ट्रेस को लीनियर बनाने के लिए समायोजित किया जाता है। एक दूसरा प्रेरकत्व L_2 द्वितीयक के ऊपर लगाया जाता है और आकार का नियन्त्रण करने हेतु समायोजित किया जाता है। एनोड वोल्टता स्रोत[1] ट्रान्स्फार्मर के द्वितीयक के नीचे के सिरे से सम्बन्धित रहती है। तब एनोड धारा ट्रान्सफार्मर द्वितीयक, अवमन्दन डाओड, रेखीयता समायाजक प्रेरकत्व तथा ट्रान्स्फार्मर के प्राथमिक के द्वारा एनोड स्रोत से नलिका के एनोड को ट्रेस की जा सकती है।

चित्र ९–१७. एक 'दक्ष' अवमन्दन डाओड का उपयोग करते हुए उच्च-दक्ष[2] स्वीप आवर्धक का चित्र। विपरीत-प्रवाह-किक[3] का ऋजुकरण सम्बन्धित चित्र नलिका के द्वितीय एनोड के लिए उच्च वोल्टता उत्पन्न करता है।

ट्रान्सफार्मर पर त्रितीयक-बाइंडिंग[4] का नीचे का सिरा स्वीप आवर्धक के एनोड से जुड़ा होता है और ऊपर का सिरा ऋजुकारी नलिका के एनोड से जुड़ा होता है। ऋजुकारी का तन्तु[5] ट्रान्सफार्मर पर चतुर्थ बाइंडिंग द्वारा गर्म होता है जिसमें सिर्फ एक या दो चक्कर होते हैं। ऋजुकरणी वोल्टता श्रेणी-क्रम में प्रतिरोध द्वारा फिल्टर[6] की जाती है और चित्र-नलिका के एनोड द्वारा त्वरित-वोल्टता[7] की तरह प्रयुक्त होती है। ८००० से १४००० वोल्ट तक की वोल्टता इस विधि द्वारा प्राप्त की जा सकती है जो चित्र नलिका के लिए, जिसकी त्रिज्या १६ इंच तक हो, पर्याप्त है।

1. Supply, 2. High Efficiency, 3. Fly-back kick, 4. Tertiary-Winding, 5. Filament, 6. Filter, 7. Accelerating Voltage.

ट्रान्स्फार्मर का द्वितीयक इस तरह सम्बन्धित रहता है जो प्राथमिक से उलटे ध्रुव देता है। इस प्रकार एनोड धारा जो दोनों बाइंडिंग में प्रवाहित होती है, एक ही दिशा के फ्लक्स को समाप्त[1] करने की कोशिश करती है और इस प्रकार अधिकतम फ्लक्स को कम करने की कोशिश करती है।

इस परिपथ में दक्ष डाओड की क्रिया का वर्णन करने से पहले डाओड की अनुपस्थिति में योक के ऊपर उपस्थित वोल्टता शर्तों पर कुछ प्रकाश डालना आवश्यक है। चित्र ९–१८ में प्रदर्शित परिपथ पर विचार करो जिसमें प्रतिरोध R के श्रेणी-क्रम में योक प्रेरकत्व L प्रदर्शित है। धारिता C जो बाइंडिंग तथा नलिका की धारिता को सम्मिलित करती है, योक को शन्टित करती है। स्विच S स्वीप आवर्धक का प्रतीक है जो E वोल्ट बैटरी के साथ श्रेणी-क्रम में दिखाया गया है।

चित्र ९–१८. आवर्धक परिपथ का तुल्य परिपथ, जिसमें आवर्धक नलिका स्विच S से प्रतिस्थापित है।

मानो कि स्विच S कुछ समय के लिए बन्द कर दिया जाता है और कि प्रेरकत्व में धारा I तक पहुँच गयी है। t=0 समय पर स्विच S खुला है जो इलेक्ट्रान पद्धति द्वारा स्वीप आवर्धक नलिका की ग्रिड के उच्च ऋण-वोल्टता देने से प्राप्त की जाती है।

हेवीसाइड[2] के कार्यात्मक[3] चलन-कलन[4] द्वारा धारिता के ऊपर वोल्टता

$$e=\frac{I}{pC+\frac{1}{R+pL}} \qquad (९–८५)$$

हो जायगी। जहाँ I=L में आरम्भिक धारा

समी० (९–८५) को विस्तृत[5] करने से

1. Buck out, 2. Heaviside, 3. Berg, Op. Cit, p. 58.
4. Operational Calculus, 5. Expand.

$$e=\frac{I(R+pL)}{pC(R+pL)+1}=\frac{I(R+pL)}{p^2LC+pCR+1} \qquad (९-८६)$$

समी० (९-८६) को दो भागों में विभक्त करने से

$$e=\frac{IR}{LC}\left(\frac{1}{p^2+p\frac{R}{L}+\frac{1}{LC}}\right)+\frac{I}{C}\left(\frac{p}{p^2+p\frac{R}{L}+\frac{1}{LC}}\right) \qquad (९-८७)$$

माना

$$a=\frac{R}{2L} \qquad (९-८८)$$

$$\omega_o^2=\frac{1}{LC} \qquad (९-८९)$$

$$\omega^2=\omega_o^2-a^2 \qquad (९-९०)$$

तब

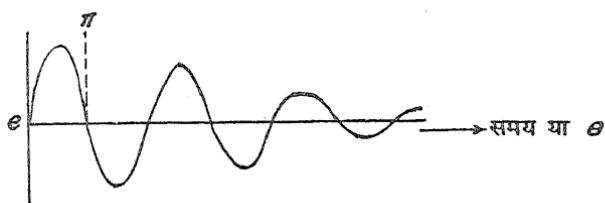
$$\omega^2=\frac{1}{LC}-\frac{R^2}{4L^2} \qquad (९-९१)$$

तब समी० (९-८७) के लिए e के $a-c$ भाग के लिए हल निम्न है

$$e=\frac{IR}{\sqrt{1-\frac{R^2C}{4L}}}e^{-\frac{Rt}{2L}}\sin(\omega t+\phi)+\frac{Ie^{-\frac{Rt}{2L}}}{\sqrt{\frac{C}{L}-\frac{R^2C}{4L^2}}}\sin\omega t \qquad (९-९२)$$

जहाँ

$$\phi=\tan^{-1}\frac{\omega}{a}=\tan^{-1}\sqrt{\frac{4L^2}{R^2C}-1} \qquad (९-९३)$$

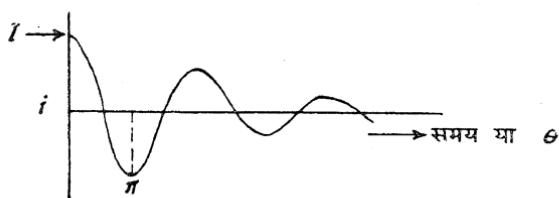
बहुत कम अवमन्दन के परिपथ के लिए यह निम्न होती है—

$$e\cong I\sqrt{\frac{L}{C}}e^{-\frac{Rt}{2L}}\sin\frac{t}{\sqrt{LC}} \qquad (९-९४)$$

समी० (९-९४) का ग्राफ चित्र ९-१९ में प्रदर्शित है। यह क्षयशील[1] दोलन की तरह है जिसकी आवृत्ति

1. Decaying.

$$f \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (९–९५)$$

है।

चित्र ९–१९. t=0 समय पर चित्र ९–१८ के स्विच S के एकदम खोलने पर उत्पन्न अवमन्दन दोलन।

इसी बीच यह जानना उचित है कि प्रेरकत्व में धारा कैसे बदलती है। कम अवमन्दन पर यह धारा निम्न प्रायः शुद्ध[1] समीकरण[2] द्वारा दी जाती है।

$$i = I\, e^{-\frac{Rt}{2L}} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} \quad (९–९६)$$

समी० (९–९६) का ग्राफ चित्र ९–२० में प्रदर्शित है। यह क्षयशील दोलक की भाँति है जिसकी आवृत्ति

$$f \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (९–९७)$$

है।

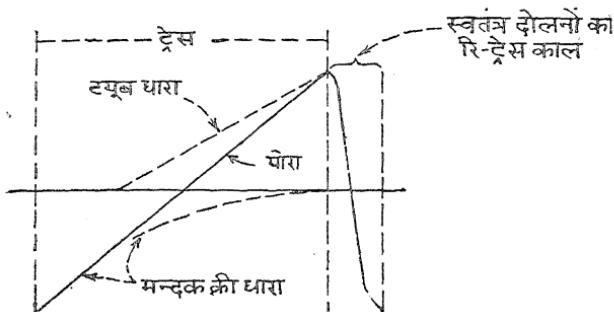
चित्र ९–२०. अवमन्दन दोलक की दशा दिखाने वाली चित्र ९–१८ के योक में धारा। t=0 समय पर जब योक में धारा I आम्पीयर थी स्विच S खोला गया था।

1. Approximate. 2. Berg, op. cit, p. 60.

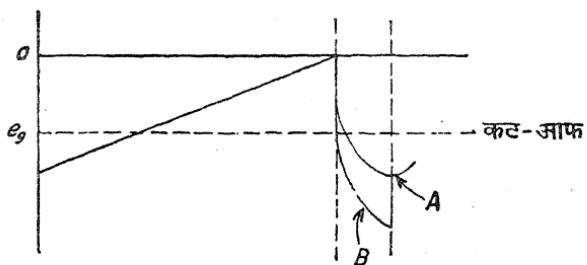
चित्र ९–१९ और ९–२० के निरीक्षण से ये परिणाम निकलते हैं। जब धारा स्रोत एकदम रोक दिया जाता है अर्थात् स्वीप आवर्धक नलिका की ग्रिड प्लेट धारा को रोकने के लिए बहुत ऋणाग्र कर दी जाती है। (१) योक के ऊपर वोल्टता साइन वेब के साथ बहुत उच्च मान को बढ़ाती है और तब वोल्टता नियमित आवृत्ति से दोलन करती है।

(२) धारा अपने प्रारम्भिक मान से शुरू होती है और कोज्या वेब के साथ चलना शुरू करती है और उसी नियमित आवृत्ति से दोलन करती है जैसी कि वोल्टता परन्तु वोल्टता को ९०° पीछे छोड़ देती है।

(३) धारा उस क्षण अपने उच्चतम ऋण मान को पहुँचती है (परिपथ के दोलनोत्पादक गुण के कारण) जब वोल्टता वेव ऋण की तरफ जाने पर शून्य से गुजरती है।

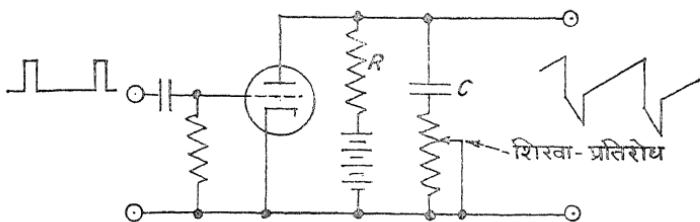
अवमन्दन डाओड का कार्य अब बिल्कुल स्पष्ट है। डाओड पोल बनाया जाता है जिससे यह धन की तरफ जानेवाली वोल्टता के लिए अचालक[1] रहे; इस कारण डाओड धन मान से सर्वोच्च ऋण मान तक योक धारा में विघ्न[2] नहीं डालता है जो चित्र ९–१९ और ९–२० के प्रथम π रेडियन के अनुरूप[3] है। तब जैसे ही धारा कोज्या वेब के साथ धन दिशा में जाने को उलटती है डाओड सुचालक हो जाता है जो दोलन परिपथ में तुलनात्मक कम प्रतिरोध देता है और इसलिए दोलनों का अवमन्दन करता है।

यदि R कम है और R_1 डाओड परिपथ का प्रतिरोध कम हो तो धारा C की उपेक्षा कर सकते हैं। $t=0$ समय से आरम्भ होकर डाओड के सुचालक होने के समय तक योक में प्रवाहित धारा

$$i = -Ie^{-\frac{R+R_1}{L}t} \qquad (९-९८)$$

हो जाती है।

डाओड परिपथ का प्रभावकारी प्रतिरोध R_1 को स्वीप आवर्धक द्वारा दिये हुए ट्रेस चक्र के अन्तिम भाग की तरफ वेष्टन में धारा बढ़ाव को तुल्य[4] करने के लिए धारा झुकाव[5] की उचित दर प्राप्त करने के लिए समायोजित किया जा सकता है। चित्र ९-२१ योक में प्रवाहित धारा के भाग को प्रदर्शित करता है।

1. Non-conductive, 2. Interfere, 3. Corresponding, 4. Match, 5. Decline.

चित्र ९–२१. जो यह दिखाता है कि योक धारा के दो भाग, अर्थात् आवर्धक प्लेट धारा के कारण और अवमन्दन डाओड प्लेट धारा के कारण, मिलकर स्वीप योक में समान रूप से बढ़ती हुई कुल धारा किस प्रकार देते हैं।

स्वीप प्रवर्धक नलिका को ट्रेस आवृत्ति के अनुमानत: एक तिहाई पर उचित ग्रिड-वोल्टता के नियन्त्रण द्वारा फिर से संचालन के लिए लाया जाता है। ग्रिड वोल्टता आकार में साॅ टूथ वेव है जो नलिका धारा आकृति द्वारा प्रदर्शित की तरह योक धारा में बढ़ाव देती है। ग्रिड वोल्टता चित्र ९-२२ में प्रदर्शित की तरह होती है।

चित्र ९–२२. स्वीप प्रवर्धक ग्रिड वोल्टता की तरंग आकृति; (A) शिखर[1] के बिना (B) शिखर के साथ या पल्स भाग के साथ।

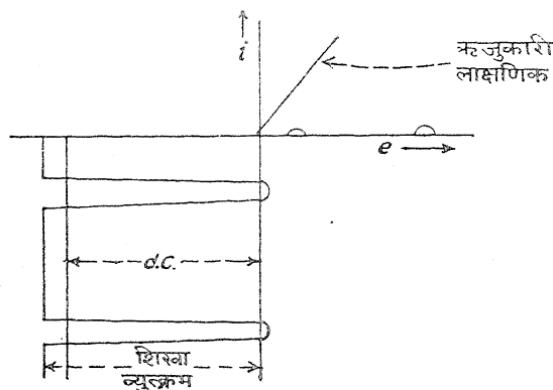
रिट्रेस अवधि के बीच ग्रिड वोल्टता कट आफ से परे ऋण की तरफ जानी चाहिए। यह वक्र A द्वारा प्रदर्शित साॅ-टूथ आकृति लाक्षणिक[2] पर ली जा सकती है या एक पल्स भाग कट आफ को शीघ्र प्राप्त करने और उलटी उड़ान की अवधि के बीच अचालन[3] को निश्चित करने के लिए जब प्लेट वोल्टता बहुत ज्यादा धनाग्र है, रिट्रेस अवधि के

1. Peak, 2. Characteristic, 3. Non-conductive.

बीच जोड़ा जा सकता है। सॉ-टूथ वेव जनित्र में विसर्जन धारित्र[1] के श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध मिला देने से पल्स सॉ-टूथ में जोड़ा जाता है जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। यह प्रतिरोध साधारणतः समायोजित किया जा सकता है जिससे पल्स का उचित परिमाण मिल जाय।

चित्र ९–२३. विसर्जन धारित्र C के साथ श्रेणी क्रम में प्रतिरोध के द्वारा शीर्ष उत्पन्न करने के लिए स्वीप प्रवर्धक को चलाने वाली नलिका।

ट्रान्सफॉर्मर[2] की बनावट काफी जटिल है और वह विस्तार में वर्णित नहीं होगी। साधारणतः सर्वश्रेष्ठ कार्यप्रणाली[3] तब प्राप्त होती है जब युग्म-गुणांक[4] सम्भवतः उच्च हो और जब ट्रान्स्फॉर्मर-हानि[5] कम हो। ०·९८ से ०·९९ तक के विस्तार के युग्म-गुणांक नलिका की योग्यताओं[6] का अच्छा लाभ प्राप्त करने के लिए आवश्यक हैं।

चित्र के आकार को नियन्त्रित[7] करने के लिए योक के समानान्तर क्रम में एक समायोजित प्रेरकत्व होता है। द्वितीयक की धारा योक और आकार नियन्त्रक में विभक्त हो जाती है। आकार में कमी आकार नियन्त्रक प्रेरकत्व के कम होने से प्राप्त होती है।

अवमन्दन डाओड की आउट-पुट वोल्टता एनोड स्रोत[8] परिपथ में स्वीप आवर्धक से एक दूसरे के साथ सम्बन्धित हुई प्रदर्शित है। यह सम्बन्ध ग्राहक की d c एनोड वोल्टता में "विभव-वर्धन"[9] पैदा करती है जो सामान्य स्रोत वोल्टता में ७५ से १०० वोल्ट तक का बढ़ाव पैदा कर सकता है।

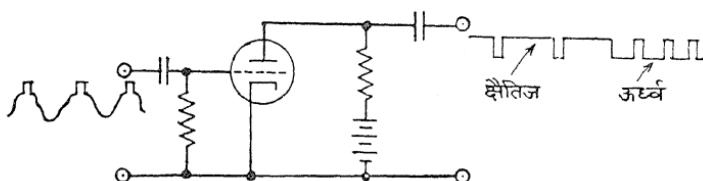
1. Condenser, 2. Friend. A. W; Television Deflection Circuits, RCA Rev. March 1947, P. 98. 3. Performance, 4. Coupling, Coefficient, 5. Loss, 6. Capabilities, 7. Control, 8. Supply, 9. Boost.

जैसा कि पूर्व वर्णित है, स्वीप में एक रेखीयता[1] अवमन्दन डाओड के लिए भार परिपथ के समायोजन द्वारा नियन्त्रित होती है। यह नियन्त्रक एक समायोजित प्रेरकत्व, जो श्रेणी क्रम में होता है, रखता है, यह चित्र ९-१७ तथा π प्रकार के निम्न-पथ[2] फिल्टर में चिक्कण-प्रतीकारक[3] के स्थान पर दिखाया गया है।

एक 6BG6-G स्वीप प्रवर्धक नलिका १२००० वोल्ट की किरणावली[4] में ६०° के स्वीप को पैदा करने की सामर्थ्य रखती है जब कि परिपथ के समायोजन यथोचित हों और ट्रान्सफार्मर दक्ष[5] हो।

चित्र नलिका के द्वितीय एनोड के लिए d c उच्च वोल्टता रिट्रेस-अवधि[6] पर प्रेरकत्व की "किक"[7] के ऋजुकरण से प्राप्त होती है। इस प्रकार के d c स्रोत इस कारण "किक-प्रदाता"[8] के नाम से पुकारे जाते हैं। साधारणतः चित्र ९-१७ में प्रदर्शित

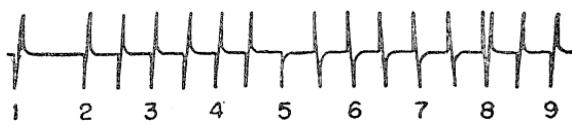
चित्र ९–२४. दी हुई पल्स वेव के साथ ऋजुकरण लाक्षणिकता। d c आउटपुट पल्स वेव के शीर्ष से शीर्ष वोल्टता तक पहुँचती दिखाई देती है जब पल्स अवधि एक पूर्ण चक्र के समय से कम हो जाती है।

की तरह त्रितीयक वाइंडिंग प्राथमिक के श्रेणी क्रम में पल्स का इच्छित आयाम प्राप्त करने के लिए जोड़ी जाती है। ऋजुकरण का चित्रपट चित्र ९-२४ में प्रदर्शित है। पल्स आकार के कारण नलिका तत्त्वों के ऊपर शीर्ष विलोम वोल्टता d c उत्पन्न के सापेक्ष थोड़ी ज्यादा है। बिल्कुल ठीक मान वोल्टता आकार पर आधारित रहता है परन्तु यह साधारणतः d c के सापेक्ष १५% से २५% तक होता है।

1. Linearity, 2. Low-pass, 3. Smoothening reactor, 4. Beam, 5. Efficient, 6. Retrace-interval, 7. Kick, 8. Kicksuppliers.

९–६. ऊर्ध्वाधिर-स्वीप प्रवर्धक की एकरेखीयता[1]

ऊर्ध्वाधर-स्वीप प्रवर्धक की रेखीयता आवर्धक नलिका पर बायस[2] बदलने से समायोजित होती है, ऐसा करने से उत्पन्न घातीय-व्यंजक[3] सॉ-टूथ वेव में वक्रता[4] नलिका वक्रता से समतुलित होता है जो विपरीत दिशा में है, जिससे उचित रेखीयता की सम्पूर्ण[5] स्वीप धारा प्राप्त हो जाती है। इस कारण प्रभावशाली रूप[6] से द्वितीय प्रसंवाद[7] विकृति[8] ज्ञात S आकृति की तृतीय प्रसंवाद विकृति में बदल जाती है जिसका आशय यह है कि चित्र शिखर[9] तथा तल[10] दोनों के पास दबा हुआ रह जाता है।

९–७. समक्रामक पल्स परिपथ

संग्रहीत[11] टेलीविजन संकेत के चित्र भाग स्केनिंग दोलनोत्पादक को समक्रामित करने के लिए समक्रामक पल्स या "सुपर सिंक"[12] को छोड़ना चित्र ९-२५ में प्रदर्शित "क्लिपर"[13] नलिका द्वारा विभक्त कर दिया जाता है। ट्राओड (या पेण्टोड) मिश्रित संकेत के ग्रिड ऋजुकरण द्वारा स्व-बायस[14] है जहाँ वेव का समक्रामक पल्स भाग ग्रिड

चित्र ९–२५. मिश्रित टेलीविजन वेव आकृति से समक्रामक पल्स विभक्त करने के लिए क्लिपर नलिका। मिश्रित वेव के चित्र भाग के बीच नलिका प्लेट परिपथ को अचालक बनाने के लिए ग्रिड ऋगाग्र ऋजुकरण स्वयंचालित[15] बायस देता है।

पर धन की ओर जानेवाला है। उत्पन्न बायस ग्रिड वेव के चित्र भाग को प्लेट धारा के कट-आफ क्षेत्र में रखने के लिए पर्याप्त है जिसके कारण प्लेट धारा सिर्फ समक्रामक पल्स अवधि के बीच प्रवाहित होती है। यह प्लेट वोल्टता का आकार ऋण की ओर जानेवाले समक्रामक पल्सों के आकार के समान होना पैदा करता है, जैसा चित्र ९-२५ की सीधी ओर प्रदर्शित है।

1. Linearity, 2. Bias, 3. Exponential, 4. Curvature, 5. Over-all, 6. Preponderately, 7. Harmonic, 8. Distor ion, 9. Top, 10. Bottom, 11. Composite, 12. Supersync, 13. Clipper, 14. Self-Biased, 15. Automatic.

ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज समक्रामक पल्सों के विभाजन में क्रमशः सॉ-टूथ वेव जनित्रों को समक्रामक करने के इस्तेमाल के लिए दो पल्सों के प्रदर्शित आकार भिन्न होने का लाभ उठाया जाता है। सबसे सरल और सबसे श्रेष्ठ तरीका क्षैतिज पल्स के लिए तरंग को विभेदित[1] करना तथा ऊर्ध्वाधर के लिए तरंग को इन्टीग्रेट[2] करना है।

चित्र ९–२६. समक्रामक तरंग के चलन-कलन से उत्पन्न ऋण की ओर जानेवाले समक्रामक पल्स और नीचे वेव आकार।

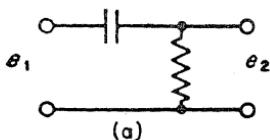
९–७.१. विभेदन

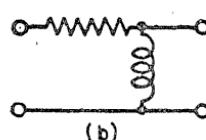
चित्र ९-२६ में प्रदर्शित तरंगों पर विचार करो। ऊपर की तरंग क्लिपर की आउट-पुट है तथा नीचे की विभेदित तरंग है।

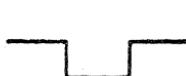
प्रत्येक विभेदित पल्स का अग्रगामी सिरा ऋण की ओर जाता है और विराम[3]-दोलनोत्पादक १ से ९ तक अंकित पल्सों द्वारा चालू[4] हो जाता है। बहु-दोलनकर्ता[5] ऋण की ओर जाने वाले पल्सों के लिए सुग्राहक है और सीधे विभेदित तरंग के द्वारा समक्रामित हो सकता है। दो विभेदित परिपथ a और b चित्र ९-२७ में प्रदर्शित हैं। प्रत्येक परिपथ की इनपुट तरंग चित्र ९-२७ c में प्रदर्शित है जब कि आउट-पुट तरंग चित्र ९-२७ d में।

'विभेदन'[6] शब्द इन-पुट तरंग पर परिपथ के कार्य से लिया गया है। उदाहरणार्थ चित्र ९-२७ a में e_1 के रूप में वोल्टता e_2 ज्या-तरंग[7] के लिए निम्न है।

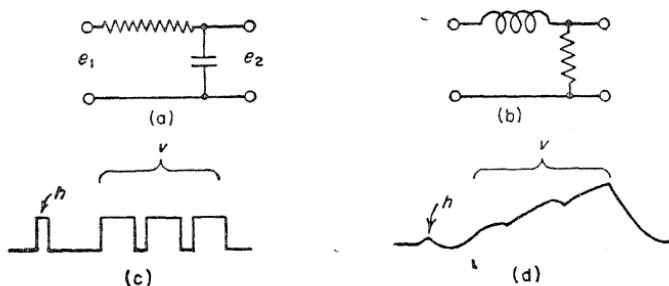
$$e_2 = \frac{R}{R - j/\omega C} e_1 \qquad (९—९९)$$

1. Differential, 2. Integrate, 3. Relaxation, 4. Triggered, 5. Multi-vibrator, 6. Differentiation, 7. Sine wave.

अब यदि धारिता-प्रतिकर्तृत्व[1] प्रतिरोध से बहुत अधिक है तो

$$e_2 \approx \frac{R}{-j/\omega C} e_1 = j\omega C R e_1 \qquad (९—१००)$$

यह ९०° से घूमी प्रारम्भिक तरंग के ω गुनी की एक नियतांक गुनी कही जा सकती है, परन्तु

$$d/dt\ (\sin\ \omega t) = \omega \cos\ \omega t \qquad (९—१०१)$$

जो फिर ९०° से घूमी प्रारम्भिक तरंग की ω गुनी है। इस कारण चित्र ९-२७ के परिपथ का कार्य तरंग के लिए चलन-कलन के गणित-तुल्य है।

चित्र ९–२७. (a) श्रेणीबद्ध धारिता और शण्ट प्रतिरोध के इस्तेमाल करने से प्राप्त प्रारम्भिक विभेदक[2] परिपथ, (b) श्रेणीबद्ध प्रतिरोध और शण्ट प्रेरकत्व से प्राप्त विभेदक परिपथ, (c) विभेदक परिपथ पर लगी e_1 वोल्टता के इनपुट आयताकार पल्स, (d) विभेदन[3] से प्राप्त आउटपुट तरंग।

९–७.२. इण्टीग्रेशन[4]

यदि चित्र ९-२६ की प्रारम्भिक तरंग निम्न-पथ[5] फिल्टर में होकर गुजारी जाय, जैसा चित्र ९-२८ a या b में प्रदर्शित है, इनपुट और आउटपुट तरंग चित्र ९-२८ के c और d में प्रदर्शित है।

यह देखा जायगा कि छोटे पल्स, जैसे h, आउटपुट पर कम आयाम रखेंगे जब कि लम्बे पल्स, जैसे v, पर्याप्त आयाम को बनायेंगे।

1. Capacitative-reactance, 2. Differentiating, 3. Differentiation, 4. Integration, 5. Low pass.

"इन्टीग्रेशन" शब्द इनपुट तरंग पर परिपथ के कार्य से लिया गया है। उदाहरणार्थ, वोल्टता e_2 चित्र ९-२८ a में e_1 के पदों में ज्या-तरंग के लिए निम्न है—

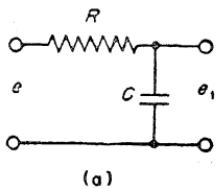
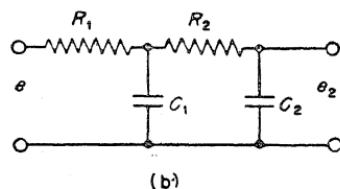
$$e_2 = \frac{-\frac{j}{\omega C}}{R - \frac{j}{\omega C}} e_1 \tag{९–१०२}$$

चित्र ९–२८. (a) श्रेणीबद्ध प्रतिरोध और शण्ट धारिता से प्राप्त इण्टीग्रेशन परिपथ, (b) श्रेणीबद्ध प्रेरकत्व और शण्ट प्रतिरोध से प्राप्त इण्टीग्रेशन परिपथ, (c) इण्टीग्रेट करने को इनपुट तरंग e_1, (d) इण्टीग्रेटिंग परिपथ के आउटपुट सिरों पर इण्टीग्रेटेड तरंग e_2 ।

अब यदि R धारिता-प्रतिकर्तृत्व[1] की अपेक्षा बहुत बड़ा है तो

$$e_2 \approx \left(-\frac{j}{\omega CR}\right) e_1 \tag{९—१०३}$$

यह प्रारम्भिक तरंग के $-j$ गुणांक द्वारा ९०° विपरीत घूमी तरंग के $1/\omega$ गुनी के एक नियतांक गुनी कही जा सकती है। परन्तु

$$\int \sin \omega t \, dt = -1/\omega \cos \omega t \tag{९—१०४}$$

जो फिर से ९०° विपरीत घूमी प्रारम्भिक तरंग की $1/\omega$ गुनी कही जा सकती है। इसलिए सीमा के अन्दर चित्र ९-२८ के परिपथ का कार्य विद्युतीय रीति से गणित के इन्टीग्रेशन के समतुल्य है।

ऊर्ध्वाधर समक्रामक पल्स को विभक्त करने में इन्टीग्रेशन करने की विधि मुख्य

1. Capacitative reactance.

है। सीमान्त इन्टीग्रेशन[1] प्रभावतः क्षैतिज पल्स को अलग करने के समय अग्र सिरों के धीरे बढ़ने के साथ ऊर्ध्वाधिर समक्रामित पल्स भी देता है। ऐसे पल्स से प्राप्त समक्रामक तीखे अग्र सिरों को रखने वाले पल्सों से प्राप्त समक्रामक के सापेक्ष बहुत अनियमित[2] होता है जिसमें वास्तव में अर्ध लाइन लम्बाई में पूर्ण आयाम प्राप्त करना होता है। इस समस्या[3] का हल कास्केड में लगे गुणज[4] इन्टीग्रेशन के औचित्य[5] द्वारा प्राप्त होता है जिसमें प्रत्येक स्थिति[6] निम्न आवृत्ति पर सिर्फ मध्यमभेद-निर्णय उत्पन्न करती है। उच्च आवृत्तियों पर, यद्यपि सम्पूर्ण तनुकरण[7] अधिक होगा जिससे क्षैतिज समक्रामक पल्स प्रभावशाली रूप से भेद-निर्णीत हो जायगा।

केवल एक पद[8] के ऊपर गुणज इन्टीग्रेशन की अच्छाई के उदाहरणार्थ चित्र ९-२९ में प्रदर्शित दो परिपथों के तनुकरण[9] लाक्षणिकों को समझो।

चित्र ९-२९. एकपदीय अवस्था का इंटीग्रेटिंग परिपथ। द्विपदीय अवस्था का इंटीग्रेटिंग परिपथ।

चित्र ९-२९ a में प्रदर्शित केवल एकपदीय स्थिति के लिए आउट-पुट का इन-पुट से अनुपात निम्न है

चित्र ९-२९ b में, जो द्वि-पद इन्टीग्रेशन परिपथ को प्रदर्शित करता है, आउट-पुट का इन-पुट से अनुपात

$$\frac{e_1}{e} = \frac{-j/\omega C}{R - j/\omega C} = \frac{1}{j\omega CR + 1} \qquad (९\text{–}१०५)$$

इस अनुपात का परिमाण निम्न है

$$\left|\frac{e_1}{e}\right| = \sqrt{\frac{1}{\omega^2 C^2 R^2 + 1}} = \sqrt{\frac{1}{f^2/f_0{}^2 + 1}} \qquad (९\text{–}१०६)$$

जहाँ $\omega_0 = 1/CR$

1. Extreme Integration, 2. Irregular, 3. Dilemma, 4. Multiple, 5. Expedient, 6. Stage, 7. Attenuation, 8. Single Stage, 9. Attenuation.

$$\frac{e_2}{e}=\frac{1}{1-R_1R_2\omega^2C_1C_2+j\omega(R_1C_1+R_1C_2+R_2C_2)} \qquad (९–१०७)$$

इस अनुपात का परिमाण

$$\left|\frac{e_2}{e}\right|=\sqrt{\frac{1}{(1-R_1R_2\omega^2C_1C_2)^2+\omega^2(R_1C_1+R_1C_2+R_2C_2)^2}} \qquad (९–१०८)$$

$R_1=R_2$ और $C_1=C_2$ के लिए समी० (९–१०८)

$$\left|\frac{e_2}{e}\right|=\sqrt{\frac{1}{\left(1-\frac{f^2}{f_o^2}\right)^2+f^2\left(\frac{1}{f_o}+\frac{1}{f_o}+\frac{1}{f_o}\right)^2}}$$

$$=\sqrt{\frac{1}{1+7\frac{f^2}{f_o^2}+\frac{f^4}{f_o^4}}} \qquad (९–१०९)$$

$$\text{जहाँ}\quad \omega_0=\frac{1}{C_1R_1}=\frac{1}{C_2R_1}=\frac{1}{R_2C_2}$$

अब एकपदीय परिपथ के लौटने पर, माना, लाइन आवृत्ति को १०० गुनी यानी कि $\left|\frac{e_1}{e}\right|=0{\cdot}01$ तनुकरित करना तय है तब f_2 पदों में f_o को हल करने पर (f_2=लाइन आवृत्ति)

$$\sqrt{\frac{1}{\frac{f_2^2}{f_0^2}+1}}={\cdot}01$$

या
$$f_0=0{\cdot}01\ f_2 \qquad (९–११०)$$

समी० (९-११०) को समी० (९-१०६) रखने पर

$$\left|\frac{e_1}{e}\right|=\sqrt{\frac{1}{\frac{10^4f^2}{f_2^2}+1}} \qquad (९–१११)$$

इसी प्रकार समी० ९-१०९ में $f=f_2$ और $\left|\frac{e_2}{e}\right|=0{\cdot}01$ मान कर समी० (९-१०९)

$$\sqrt{\frac{1}{1+\frac{7f_2^2}{f_0^2}+\frac{f_2^4}{f_0^4}}}=0.01$$

या
$$f_0=0{\cdot}102\ f_2 \qquad (९–११२)$$

समी० (९-१०९) में समी० (९-११२) को रखने पर

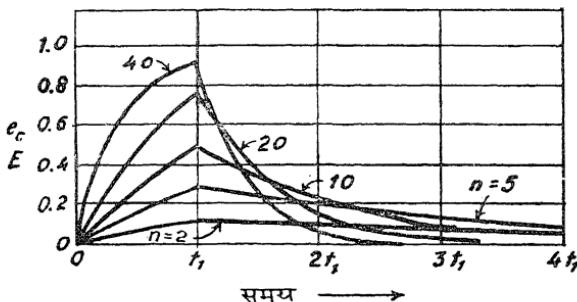
$$\left|\frac{e_2}{e}\right| = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{6\cdot75f^2 10^2}{f_2^2}+\frac{0\cdot932\, f^4 10^4}{f_2^4}}} \qquad (९—११३)$$

यद्यपि समी० (९-१११) और समी० (९-११३) द्वारा प्रदर्शित दोनों जाल-चक्र[1] $f=f_2$ पर ठीक एक ही तनुकरण देते हैं; तथापि निम्न आवृत्ति पर कैसे वे अलग अलग हैं इसे दिखाने के लिए तनुकरण $f=0\cdot1\ f_2$ पर हल किया जाता है। समी० (९-१११) में f के लिए यह मान रखने पर—

$$\left|\frac{e_1}{e}\right| = \sqrt{\frac{1}{\frac{10^4(0\cdot1f_2)^2}{f_2^2}+1}} = 0\cdot0995 \qquad (९—११४)$$

समी० ९-११३ में इसी मान को रखने पर

$$\left|\frac{e_2}{e}\right| = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{6\cdot75(0\cdot1f_2)^2 10^2}{f_2^2}+\frac{0\cdot9325(0\cdot1f_2)^4 10^4}{f_2^4}}}$$

$$=0\cdot34 \qquad (९—११५)$$

अर्थात् गुणज-पद इन्टीग्रेशन परिपथ माध्यमिक आवृत्तियों को भेजती है; जैसा उदाहरण में है, द्वि-पदीय परिपथ एक-पदीय परिपथ की अपेक्षा $0\cdot1f_2$ को $3\cdot4$ गुनी अवधि प्रभावकारी रीति से प्रेषित करता है यद्यपि $f=f_2$ के लिए तनुकरण समान थे। आजकल टेलीविजन ग्राहकों में त्रि-पदीय इन्टीग्रेशन परिपथ का प्रयोग प्रचलित है; ऊर्ध्वाधर पल्स का लब्ध काफी तीक्ष्ण और स्पष्ट है और यह समस्यापूर्ण है कि इसके अलावा स्थितियाँ मूल्य का उचित कारण बतलाने के लिए काफी सुधार दे सकेंगी। समी० (९-११५) की ०·३४ माना ०·९९ तक बढ़ायी जा सकती है दस स्थितियों के प्रयोग से; परन्तु वास्तव में अगली दस स्थितियाँ ०·९९९ तक बढ़ाने में सफल नहीं हो सकेगी, क्योंकि प्रत्येक अवस्था में सीमा १·००० है।

९—७.३. ऊर्ध्वाधर समक्रामक पल्स के इण्टीग्रेशन परिपथ सम्बन्धी काल-नियतांक[2]

इन्टीग्रेशन परिपथ के लिए कट-आफ आवृत्ति का चयन करने का प्रश्न उठता है जिससे क्षैतिज समक्रामक पल्स किसी अभिप्रायपूर्ण[3] परिमाण में फिल्टर द्वारा नहीं

1. Net works, 2. Time-Constant, 3. Significant.

ये तरंग आकृतियाँ चित्र ९-३१ में खिची हुई प्रदर्शित हैं। इन वेव आकृतियों का निरीक्षण यह प्रकट करता है कि ४० से ज्यादा n को बनाने से संकेत आयाम[1] में बहुत कम लाभ होता है, जब कि n के अधिक मान अनिच्छित क्षैतिज पल्स के विरुद्ध कम भेद प्रदर्शन[2] करते हैं। इसलिए उपयुक्त कट आफ आवृत्ति 40×60cps$=2400$cps होगी। तब 15,750 cps की क्षैतिज पल्स की मूल आवृत्ति कट ऑफ आवृत्ति की १५७५०/२४००=६.५५ गुनी होगी जो एकीय स्थिति फिल्टर में 60 pcs की तुलना में ०·१५ को प्रेषित करेगी। क्षैतिज पल्स की वास्तविक ऊँचाई ०·१५ के सापेक्ष कुछ कम होगी; यद्यपि 15,750 cps पल्स का विश्लेषण यह प्रदर्शित करता है कि मूल भाग सापेक्षतः कम है। वास्तविक ऊँचाई अनुमानतः ०·०५ है, जैसे $T=0{\cdot}5\ t_1$ के लिए तालिका ९–३ में मान दिये गये हैं, क्योंकि $0{\cdot}5\ t_1$ 1·5 लाइन्स के लिए है जब कि अकेली पल्स लम्बाई लाइन लम्बाई की ८% है; अतः n=40 पर एक इन्टीग्रेटेड क्षैतिज पल्स की ऊँचाई करीब ०·०५×०·७६१=०·०३८ होगी; यह ऊर्ध्वाधर पल्स की अन्तिम ऊँचाई से करीब ४% अधिक है।

चित्र ९–३१. तालिका ९–३ के स्वीकृत तत्त्वों के वक्र। n का ४० मान अन्तिम के ४०% की अपेक्षा शीर्ष वोल्टता अच्छी उत्पन्न करेगा जिससे n में अधिक बढ़ाव द्वारा थोड़ा और लाभ होता है।

इसी प्रकार द्वि-पदीय इण्टीग्रेशन परिपथ का कार्य हल किया जा सकता है परन्तु कार्यता के प्रथम क्रम का अनुमानतः मान दी हुई स्थावर-अवस्था[3] के विश्लेषणात्मक अध्ययन से प्राप्त किया जा सकता है। समी० (९–१०९) में माना 2400 CPS पर सम्पूर्ण-प्रेषितता ०·७०७ है। तब आवश्यकीय f_0 का मान निम्न तरह हल किया जा सकता है—

1. Signal Amplitude, 2. Discriminate, 3. Steady-State.

$$0\cdot707=\sqrt{\frac{1}{1+\frac{7\times2400^2}{f_0^2}+\frac{2400^4}{f_0^4}}} \qquad (९—१२२)$$

$$\frac{2400^4}{f_\circ^4}+\frac{7\times2400^2}{f_\circ^2}+1=2 \qquad (९—१२३)$$

$$f_0^4-7\times2400^2\ f_0^2-2400^4=0$$

$$f_0^2=7\cdot14\times2400^2$$

$$f_0=6{,}400\ \text{cps} \qquad (९—१२४)$$

f_0 के लिए समी० (९–१०९) में इसे रखने से और $f=15750$ के लिये $|e^2/e|$ का हल करने से—

$$\left|\frac{e_2}{e}\right|=\sqrt{\frac{1}{1+7\times2\cdot46^2+2\cdot46^4}}=0\cdot112 \qquad (९—१२५)$$

अब Y आयाम की आयताकार पल्स वेव का फोरियर-प्रसंवादी विश्लेषण[1] निम्न है

$$a_n=\frac{2Y}{n\pi}\sin\frac{n\pi t}{T} \qquad (९—१२६)$$

जहाँ n= प्रसंवादी नम्बर

t= एक पल्स अवधि का समय

T= एक से दूसरे का समय-मध्यान्तर[2]

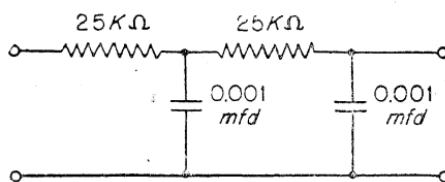
इस तरह $t/T=0\cdot08$ और $Y=1$ का समक्रामक पल्स तालिका ९–४ में दर्शित कोज्या प्रसंवादी के गुणांक[3] देता है।

तालिका ९–४. आयताकार पल्स वेव के प्रथम चार कोज्या-प्रसंवादी के गुणांक

($t/T=0\cdot08$ और पल्स आयाम 1 है)

n	a_n
1	0·158
2	0·153
3	0·145
4	0·134

1. Fourier Harmonic Analysis, 2. Time-Interval, 3. Coefficient.

द्वि-पदीय इण्टीग्रेशन चक्र के बाद जहाँ f_0=6400 cps और मूल 15750 cps हैं ये गुणांक तालिका ९-५ में प्रदर्शित रूप में बदल जाती है।

तालिका ९–५. द्विपदीय इण्टीग्रेशन चक्र के लगाने से बदले तालिका ९–४ के गुणांक

n	a_n^1
1	0·0177
2	0·0055
3	0·0025
4	उपेक्षणीय[1]

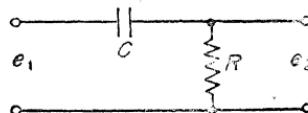
इस तरह, क्योंकि प्रथम प्रसंवादी मुख्यों में से एक है, आयाम अनुमानतः ०·०१७७ या ऊर्ध्वाधर पल्स से करीब १·८८% ऊँचा होगा। यह इण्टीग्रेशन के केवल एक पद के प्रयोग द्वारा प्राप्त की अपेक्षा काफी कम क्षैतिज अवयव है। द्वि-पदीय इण्टीग्रेशन परिपथ f_0=6400 cps के लिए 0·001 μf के संघनित्रों से बनाया जा सकता है, जिसमें

$$R=\frac{1}{\omega_0 C}=\frac{1}{2\pi 6400\times 10^{-9}}=25000 \text{ ओम} \qquad (९—१२७)$$

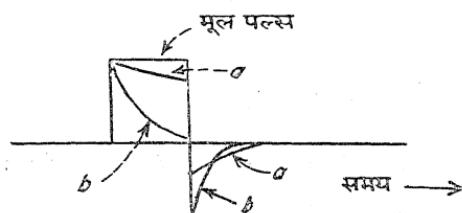
और परिपथ चित्र ९–३२ में प्रदर्शित जैसा हो जायेगा।

चित्र ९.–३२. मिश्रित समक्रामक वेव से ऊर्ध्वाधर समक्रामक पल्स को अलग करने के लिए टेलीविजन ग्राहक में प्रयुक्त आदर्श द्वि-पदीय इण्टीग्रेशन परिपथ।

९–७.४. क्षैतिज समक्रामक पल्स-विभेदक[2] परिपथ का काल-गुणांक

उच्च-पथ फिल्टर[3], जो क्षैतिज समक्रामक सूचना को मिश्रित समक्रामक संकेत से विभक्त करता है, सर्वप्रथम स्थावर-अवस्था सिद्धांत से और बाद में अल्प काल के

1. Negligible, 2. Differentiation, 3. High-Pass Filter.

विचार से निरीक्षण किया जायगा। चित्र ९–३३ में प्रदर्शित परिपथ पर विचार करो। जैसा पहले समी० (९–९९) से मालूम है e_2/e_1 का अनुपात

$$\frac{e_2}{e_1}=\frac{1}{1-\frac{j}{\omega CR}} \qquad (९–१२८)$$

$CR=1/\omega_1$ जहाँ $\omega_1=2\pi f_1$ और f_1=कट ऑफ़ आवृत्ति को मानते हुए समी० (९–१२८) का पूर्ण मान

$$\left|\frac{e_2}{e_1}\right|=\sqrt{\frac{1}{1+\frac{f_1^2}{f^2}}} \qquad (९–१२९)$$

चित्र ९–३३. प्रारम्भिक विभेदक परिपथ।

अब प्रश्न कट-आफ आवृत्ति के चयन करने का उठता है, जिससे ऊर्ध्वाधर पल्स फिल्टर परिपथ से ज्यादा परिमाण में न निकले, परन्तु क्षैतिज पल्स बिना अत्यधिक तनुकरण के निकल जाय। क्षैतिज पल्स की लम्बाई करीब करीब लाइन की ८% है। ऐसा पल्स जब चित्र ९–३३ के परिपथ से गुजरता है तो चित्र ९–३४ की तरह निकलता है। a द्वारा अंकित पल्स RC गुणनफल के अधिक होने का परिणाम

चित्र ९–३४. प्रारम्भिक आयताकार पल्स आकार और विभेदन द्वारा तरंग a और b। (a) कम विभेदन, (b) बहुत तीक्ष्ण विभेदन।

है (कट-ऑफ़-आवृत्ति), जब कि b द्वारा अंकित पल्स RC गुणनफल के कम होने का परिणाम है (उच्च-कट-ऑफ़-आवृत्ति)। अधिक RC गुणनफल का प्रयोग ऊर्ध्वाधर

पल्स में काफी आयाम का परिणाम होगा, जब कि कम RC गुणनफल ऊर्ध्वाधर पल्स आयाम में प्रयोगात्मक कोई परिणाम नहीं होगा।

चित्र ९–३४ का अध्ययन यह प्रकट करता है कि पल्स आयाम में कम RC गुणनफल का प्रयोग कोई कमी उत्पन्न नहीं करेगा; अतः निष्कर्ष यह होगा कि 15750 cps की मूल आवृत्ति कट ऑफ़ आवृत्ति की १० या २० गुनी होगी। यद्यपि प्रारम्भिक पल्स पूर्ण रूप से आयताकार नहीं है क्योंकि पट्टविस्तार समय के चढ़ाव को सीमित करता है और क्लिपर प्लेट परिपथ प्रतिरोध ज्यादा आयाम प्राप्त करने के लिए काफी उच्च बनाया जाता है, जिसका परिणाम यह होता है कि परिपथ धारिता की उपस्थिति से क्षैतिज पल्सों का कुछ इण्टीग्रेशन हो जाता है और वे कुछ गोल हो जाते हैं, जिससे फिल्टर को दिये गये पल्स आयताकार आकार के बजाय बहुत कुछ अर्ध साइन वेव के आकार के होंगे। इसलिए चित्र ९–३३ के उच्च-पास फिल्टर को दी हुई अर्ध साइन वेव द्वारा उत्पन्न पल्सों का अध्ययन किया जायगा। इस परिपथ का हेवी साइड[1] कार्यान्वित-समीकरण[2], जिसे ज्या-प्रकृति[3] की वोल्टता दी है (पल्स के मध्य)

$$e_2=E\left(\frac{p}{p+1/RC}\right)\sin\ \omega t \qquad (९—१३०)$$

होगा।

यह दुहमेल[4] के इण्टीग्रेशन के द्वारा हल किया जा सकता है जिससे

$$e_2=E\left[\sin\ \omega t-\frac{\sin(\omega t-\phi)}{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}-\frac{e^{-t/RC}\sin\ \phi}{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}\right] \qquad (९—१३१)$$

जहाँ $\phi=\tan^{-1}\ \omega RC$

इस प्रकार जैसे $RC \longrightarrow 0$, $e_2 \longrightarrow 0$; फिल्टर का आउटपुट शून्य है। क्योंकि पल्स लम्बाई लाइन लम्बाई की करीब ८% है, यह आवृत्ति

$$f=\frac{15750}{2\times0{\cdot}08}=98{,}000\ \text{cps} \qquad (९—१३२)$$

या $\omega=2\pi f=615000=0{\cdot}615\times10^6$ रेडियन/सेकण्ड (९—१३३)

का अनुसरण करती है।

माना RC का, लाइन आवृत्ति की दस गुनी या 157500 cps की कट-ऑफ आवृत्ति प्राप्त करने हेतु चयन हुआ है; तब

1. Heaviside, 2. Operational equation, 3. Sinusoidal
4. Duhamel.

$$RC = \frac{1}{\omega_1} = \frac{1}{2\pi\ 157500} = 1\cdot01 \times 10^{-6}\ \text{sec} \qquad (९—१३४)$$

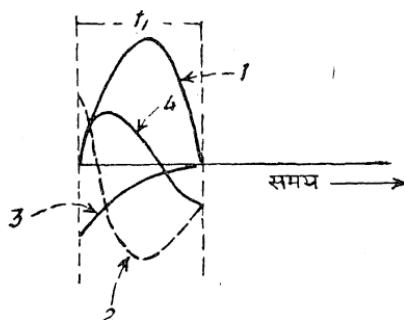
इस तरह समी० (९–१३१) में

$$\sqrt{1+\omega^2R^2C^2} = \sqrt{1+0\cdot615^2 \times 1\cdot01^2} = 1\cdot18 \qquad (९—१३५)$$

और

$$\phi = \tan^{-1}\ (0\cdot615 \times 1\cdot01) = \tan^{-1} 0\cdot622 = 32^\circ \qquad (९—१३६)$$

जिससे

$$\sin\ \phi = 0\cdot53 \qquad (९—१३७)$$

पल्स के अन्त में t का मान

$$t_1 = \frac{0\cdot5}{98{,}000} = 0\cdot51 \times 10^{-5} \qquad (९—१३८)$$

इस प्रकार $e^{-t_1/RC} = e^{-5} = 0\cdot0067$ (९—१३९)

समी० (९–१३१) चित्र ९–३५ में खींचा गया है

चित्र ९–३५. हेवीसाइड चलन कलन[1] द्वारा विश्लेषित अर्ध ज्या-तरंग का विभेदन[2], यह दो अवयव २ और ३ उत्पन्न करता है जो जुड़कर लब्ध विभेदित तरंग देते हैं।

वक्र १ $\sin \omega t$ है

वक्र २ $\dfrac{\sin (\omega t - \phi)}{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}$ है

वक्र ३ $\dfrac{e_{-}t/RC \sin \phi}{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}$ है

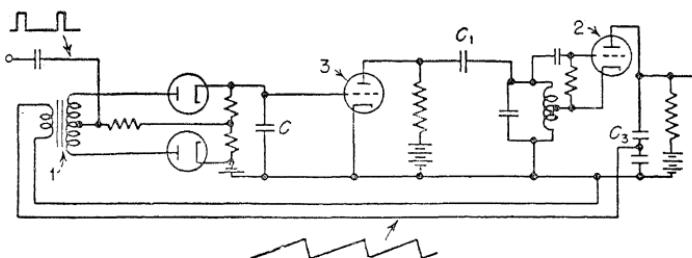
वक्र ४ तीनों अवयवों का लब्ध है।

1. Calculus, 2. Differentiation.

वक्र ४ के निरीक्षण से ज्ञात होता है कि शीर्ष वोल्टता प्रारम्भिक वेव की शीर्ष वोल्टता की करीब आधी है। यह ज्यादा कम नहीं है परन्तु यह मूल आवृत्ति 15,750 cps या 78750 cps की करीब पाँच गुनी कट-आवृत्ति बनाने के द्वारा शीर्ष की करीब ७० % बढ़ायी जा सकती है। उस समय RC करीब 2×10^{-6} होगा। यदि R=2000 ओम चुना जाय तो

$$C = \frac{2 \times 10^{-6}}{2000} = 0{\cdot}001 \ \mu f \qquad (९—१४०)$$

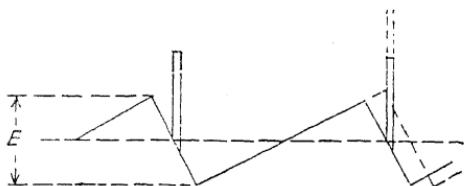
यह फिल्टर ऊर्ध्वाधर पल्स के २५वें प्रसंवादी के करीब २ % को निकालेगा जिससे यह काफी संतोषजनक होगा।

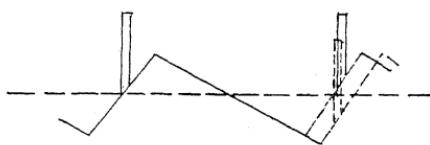
९–८. AFC समक्रामक परिपथ[1]

जब कि सामान्यत: ऊर्ध्वाधर स्कैनिंग दोलनोत्पादक का सीधा समक्रामक प्रयुक्त होता है, क्षैतिज स्कैनिंग दोलनोत्पादक की आवृत्ति और कला[2] का अप्रत्यक्ष या स्व-नियन्त्रण[3] अधिकतर सभी जगह प्रयुक्त होता है।

टेलीविजन चित्रों के ग्रहण करने की समस्याओं[4] में से एक कोलाहल की उपस्थिति में संतोषजनक समक्रामक देना है। सीधे समक्रामक में गृहीत[5] समक्रामक पल्स ही दोलनोत्पादक-आवृत्ति के नियन्त्रण में उपयुक्त होता है। एक आदर्श पद्धति में यह विधि लाइन-समयकरण[6] में मान्य-एकरूपता[7] प्रदान करेगी। यद्यपि बहुत से ग्राहित्र स्थापनों[8] में, संकेत के साथ कोलाहल की उपस्थिति होने के कारण यह विधि आदर्शता से गिर जाती है। मुख्यत: यह अधिक दूरवर्ती या धारी क्षेत्रों में ठीक है। एक कोलाहलपूर्ण समक्रामक संकेत यदि सीधे समक्रामण में प्रयुक्त होता है; लाइन समयकरण में काफी अनेकरूपता पैदा करता है जिससे आकार-गुण अनुचित रूप से क्षीण हो जाता है, अर्थात् चित्र में 'स्नो' या कोलाहल की उपस्थिति के कारण केवल आकार भंग ही नहीं होता, क्योंकि कोलाहल वोल्टता असत्य[9] चित्र संक्रमण[10] की तरह प्रकट होती है अपितु स्वयं में लाइन्स का अनियमित संक्रमण भी चित्र-सूची में बहुत कम पंक्तिकरण

1. Wendt, K. R. and G. L. Fredendall, Automa ic Frequency and phase control of Synchronization in Television Receivers, Proc. I. R. E. January 1943, p. 7. 2. Phase, 3. Indirect or Automatic control, 4. Problems, 5. Received, 6. Timing, 7. Acceptable Uniformity, 8. Locations, 9. False, 10. Modulation.

प्रभाव है; नियन्त्रक वोल्टता में मिथ्या अवयव,[1] जैसे कि कोलाहल प्रवेश फिल्टर के तनुकरण[2] क्षेत्र में भली भाँति पड़ते हैं और सा-टूथ कला में शीघ्र या तात्कालिक हटाव उत्पन्न नहीं कर सकता।

कला परिचायक के अनेक आकार हो सकते हैं परन्तु व्याख्या के लिए चित्र ९–३७ में प्रदर्शित साधारण पद्धति पर विचार होगा। इसमें दो इनपुट से सम्बन्धित दो डाओड होते हैं। एक इनपुट सेन्टर-टेप-ट्रान्सफार्मर[3] को पोषित[4] किया जाता है जो ग्राहक रेडिओ भाग से समक्रामक संकेत होता है। ये पल्स एक ही कला और सर्वश्रेष्ठ संचालन के लिए उचित ध्रुविता में डाओड के दोनों एनेडों को दिये जाते हैं।

चित्र ९–३७. स्थिरबद्ध कोलाहल से मुक्त स्वीप उत्पन्न करने के लिए एक AFC पद्धति का परिपथ आकार।

द्वितीय संकेत स्केनिंग दोलनोत्पादक से सा-टूथ वेव आकार का होता है; यह एक डाओड को कला में और द्वितीय डाओड को विपरीत कला में सेन्टर-टेप-ट्रान्स्फार्मर के कार्यकरण द्वारा प्रेषित किया जाता है। परिचायक के अवयव जोड़ दिये जाते हैं जो संघनित्र C के ऊपर प्रकट होते हैं। यह संघनित्र फिल्टर संघनित्र की भाँति प्रयुक्त होता है। C के ऊपर d-c वोल्टता नियन्त्रक नलिका की ग्रिड को दी जाती है। नियन्त्रक नलिका की एनोड समस्वरण संघनित्र C_1 द्वारा ट्राओड २ से सम्बन्धित दोलनोत्पादक परिपथ LC से सम्बन्धित रहती है। यह दोलनोत्पादक अपने **आगार**-संघनित्र[5] C_3 से उसके ऊपर सा-टूथ वेव बनाने के हेतु छोटे पल्सों में प्लेट धारा लेता है। इस तरंग का एक भाग कला परिचायक को फिर से पोषित करने के काम आता है।

कला-परिचायक FM प्रसारण ग्राहकों में उपयुक्त आवृत्ति-संक्रमण भेद प्रदर्शक[6] परिचायक के अनुकूल की भाँति समझा जायगा। पूर्ण समतुल्य स्थिति में दोनों डाओडों

1. Spurious-Components, 2. Attenuation., 3. Centre-Tapped-Transformer, 4. Fed, 5. Reservoir Condenser, 6. Discriminator.

के भार प्रतिरोधों पर d-c वोल्टता परिमाणों में बराबर परन्तु ध्रुवता में उलटी, संघनित्र C के ऊपर कुल वोल्टता शून्य करने के लिए होगी। कोई उपद्रव[1] जो दोनों पोषित

चित्र ९–३८. चित्र ९–३७ के कला परिचायक के दोनों डाओडों पर वोल्टता दशाएँ।

संकेतों की पारस्परिक कला में परिवर्तन कर सकता है, d-c नियन्त्रक वोल्टता के बढ़ाने के लिए एक वोल्टता को बढ़ाने तथा दूसरी को कम करने का कारण होगा। यदि ट्रान्स्फार्मर का ठीक ध्रुवीकरण हो गया है तो d-c नियन्त्रक नलिका दोलनोत्पादक की कला और पूर्व समतुल्य स्थिति में पद्धति को लौटाने की दिशा में आवृत्ति का परिवर्तन करने के लिए दोलनोत्पादक पर कार्यकरण का कारण होगी; इस प्रकार d-c नियन्त्रक वोल्टता दोनों संकेतों के बीच उचित कला सम्बन्ध को कायम रखने की ओर प्रवृत्त[2] होती है।

चित्र ९–३८ दोनों डाओडों की पोषित वोल्टताएँ प्रदर्शित करता है। ठोस[3] लाइनें सामान्य समतुल्यता प्रकट करती हैं। पल्स का शीर्ष बिन्दुदार[4] a-c अक्ष के दो इकाई ऊपर है और यह परिचयन[5] के बाद परिणाम को शून्य करते हुए बराबर वोल्टताएँ उत्पन्न करेगा। अब माना कि किसी भी कारणवश स्थानीय[6] दोलनोत्पादक में बहुत धीरे चलने की प्रवृत्ति है, जैसा (–) चिह्नदार सा-टूथ वेव द्वारा प्रदर्शित है। नीचे के डाओड की सा-टूथ वेव पर पल्स अक्ष से दूर चढ़ जाता है और इस कारण करीब करीब तीन इकाई d-c वोल्टता उत्पन्न करता है। दूसरी तरफ ऊपर के डाओड पर धीमी सा-टूथ वेव फिर से पल्स को सा-टूथ वेव पर चढ़ाती है जिससे सिर्फ एक इकाई d-c वोल्टता उत्पन्न होती है। प्रदर्शित सम्बन्धों से कुल प्रभाव नीचे के डाओड को प्रबल करता है जिसका आशय यह है कि कुल नियन्त्रक वोल्टता ऋण है। ट्राओड ३ की

1. Disturbance, 2. Tends, 3. Solid, 4. Dotted, 5. Rectification. 6. Hold-In.

नियन्त्रक ग्रिड पर ऋण वोल्टता समस्वरित संघनित्र को टैंक परिपथ में उसकी स्थिति से हटाने की प्रवृत्ति होती है और इस प्रकार दोलनोत्पादक की आवृत्त को बढ़ाने में प्रवृत्त होती है। तदनुसार दोलनोत्पादक चाही हुई उसकी पूर्ववत् समतुल्य स्थिति की ओर पद्धति को लौटाने के लिए तीव्र हो जाता है। वास्तव में यह हर प्रकार से नहीं लौटेगा, कुछ त्रुटि वोल्टता, उचित दिशा में निश्चित नियन्त्रण कायम रखने के लिए होनी चाहिए।

"स्वयंचालित नियन्त्रण पद्धति" का विस्तार 'होल्ड-इन' स्वयंचलित दोलनोत्पादक आवृत्ति के आवृत्ति-विस्तार की तरह, जिस पर अन्दर को देखने से स्वयं चालित नियन्त्रण कायम हो सके, परिभाषित हो सकता है। इस प्रकार यदि समक्रामक आवृत्ति 15,570 cps है और स्वयंचालित नियन्त्रण कार्यान्वित है तो हाथ द्वारा आवृत्ति का नियन्त्रण कार्यान्वित करना सम्भव हो सकता है, जब तक दोलनोत्पादक समक्रामकता से न हट जाय और स्वतंत्रतापूर्वक चालित[1] आवृत्ति उच्च की तरफ 17000 cps न हो जाय। निम्न की ओर 14500 cps पर हटाव[2] हो सकता है। इस प्रकार 'होल्ड-इन' विस्तार 17000 – 14500 = 2,500 या ± 1250 cps होगा।

'होल्ड इन' विस्तार को मालूम करने के लिए निम्नलिखित बातें हैं :

१. नियन्त्रक नलिका द्वारा प्राप्त उच्चतम और न्यूनतम आवृत्तियाँ, जो शून्य ग्रिड से कट आफ प्लेट धारा तक नियन्त्रक समस्वरित संघनित्र की श्रेणी में हैं।

२. कला परिचायक की d-c आउटपुट का विस्तार।

बाद का विस्तार चित्र ९–३८ के अध्ययन से ± E तक सीमित है जहाँ E सा-टूथ वेव के शीर्ष से शीर्ष की ऊँचाई है। यह इस आधार पर है कि समक्रामक पल्स ऊँचाई में कम से कम E जितना बड़ा है। इन अवयवों में से प्रत्येक की आसानी से गणना हो सकती है जिससे कोई भी इच्छित होल्ड-इन विस्तार उचित वोल्टता और योग्यताओं को नियन्त्रित करने वाली उचित सामर्थ्य की नियन्त्रण नलिका को प्रयुक्त कर प्राप्त किया जा सकता है।

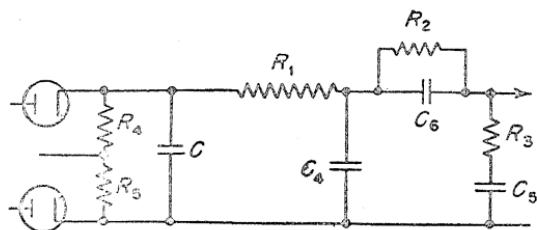
"स्वयं चालित पद्धति" का 'पुल इन'[3] विस्तार समक्रामक आवृत्ति के ऊपर अधिकतम स्वतंत्रतापूर्वक चालित आवृत्ति के, जिस पर हमेशा 'लौक-इन'[4] होता है और समक्रामक आवृत्ति के नीचे न्यून स्वतंत्रतापूर्वक चालित आवृत्त के, जिस पर हमेशा लौकइन होता है, आवृत्ति-अन्तर से परिभाषित किया जा सकता है। इस प्रकार 20,000 cps से प्रारम्भ कर (और इस प्रकार बिना-लौक[5] सीमा में) यह प्राप्त

1. Free-running, 2. Dropout 3. Pull-In, 4. Lock-In, 5. Nonlocked.

किया जा सकता है, जैसे कि स्वतंत्रता-पूर्वक चलित आवृत्ति धीरे-धीरे कम की जाती है तो एक बिन्दु प्राप्त होगा, माना वह 16,250 cps पर है जहाँ नियन्त्रण पद्धति प्रारम्भ होगी और 15,750 cps की समक्रामक आवृत्ति के लिए आवृत्ति ठीक करेगी। समक्रामक-आवृत्ति की निम्न आवृत्ति पर, जो माना, 13,000 cps पर प्रारम्भ होती है, स्वतंत्रतापूर्वक चलित दोलनोत्पादक की आवृत्ति हाथ द्वारा धीरे-धीरे बढ़ायी जा सकती है जब तक कि 15250 cps न आ जाये; इस बिन्दु पर नियन्त्रण पद्धति आरम्भ होती और स्वतः ही आवृत्ति को 15,750 cps की समक्रामक आवृत्ति तक लाती है। इस प्रकार पुल-इन विस्तार 16,250 – 15,250 = 1,000 cps या ± 500 cps है। इस प्रकार पुल-इन विस्तार होल्ड-इन विस्तार से कम है।

पुल-इन विस्तार निम्न अवयवों द्वारा मालूम किया जाता है—

१. नियन्त्रण नलिका का नियन्त्रण विस्तार।

२. कला-परिचायक का आउट-पुट विस्तार।

३. फिल्टर की a-c हेटरोडाइन आवृत्ति की आवर्धकता की लाक्षणिकता।

प्रथम दो तत्त्व होल्ड-इन विस्तार के समान हैं लेकिन तृतीय तत्त्व नवीन है और होल्ड-इन विस्तार से पुल-इन विस्तार का कम होना इसी के कारण है। पुल-इन के आरम्भ होने के लिए जब स्वतंत्रतापूर्वक चलित आवृत्ति समक्रामक आवृत्ति के ऊपर 500 cps होती है तो 500 cps का अवयव नियन्त्रक वोल्टता में, जो नियन्त्रण ग्रिड को दी जाती है, होना आवश्यक है। इस प्रकार फिल्टर के चिक्कण[1] संघनित्र C का मान पुल-इन विस्तार पर सीधा प्रभाव रखता है; C का ज्यादा मान पुल-इन विस्तार को छोटा और कम मान पुल-इन विस्तार को बड़ा करता है। संघनित्र C इतना छोटा नहीं बनाना चाहिए कि फिल्टर से कोलाहल निकल जाय, क्योंकि वह स्वयंचालित नियन्त्रण के उपयोग के उद्देश्य में बाधक होगा। संघनित्र के कम होने की द्वितीय हानि यह है कि मूल आवृत्ति पर पृष्ठ-पोषणीकरण[2] इतना ज्यादा हो सकता है जिससे पृष्ठ-पोषणीकरण फन्दे[3] पर स्वतः दोलन हो सकते हैं।

संघनित्र के काफी बड़े होने का खतरा यह है कि निम्न आवृत्ति "हंटिंग"[4] हो सकती है, जैसा बहुत से सर्वो[5] या पृष्ठ-पोषित नियन्त्रण पद्धति में होता है। यह "हंटिंग" नियन्त्रक नलिका के मुख्य त्रुटि संकेत के साथ एक पूर्व-अनुमानित[6] संकेत को पोषित करने के द्वारा दूर की जा सकती है। यह पूर्व-अनुमानित[6] संकेत त्रुटि संकेत का प्रथम व्युत्पन्न[7] होता है। बहुत अधिक लाभ की पद्धतियों में 'हण्टिग' प्रथम व्युत्पन्न संकेत

1. Smoothing, 2. Feed-back, 3. Loop, 4. Hunting, 5. Servo, 6. Anticipatory, 7. Derivative.

द्वारा भी हो सकती है जिनमें एक अन्य पूर्व-ज्ञात संकेत को, जो द्वितीय व्युत्पन्न होता है, पोषित किया जा सकता है। सामान्यतः, बहुत अच्छी स्थिरता प्राप्त करने के लिए प्रथम व्युत्पन्न के परे जाना आवश्यक नहीं है। चित्र ९-३९ में एक 'एण्टीहण्ट'[1] कला परिचायक परिपथ प्रदर्शित है।

चित्र ९-३९. सीधी समक्रामक पल्स सूचना को दबाने के लिए और 'एंटीहंटिंग' प्राप्त करने के लिए प्रथम व्युत्पन्न त्रुटि वोल्टता के अवयव को देने के हेतु कला-परिचायक के आउटपुट फिल्टर का परिपथ।

प्रधान त्रुटि वोल्टता प्रतिरोध R_1 और R_2 द्वारा ले जायी जाती है और संघनित्र C_4 और C_5 द्वारा फिल्टर की जाती है। संघनित्र C_3 और C_6 प्रथम व्युत्पन्न प्राप्त करने के लिए तरंग को विभेदित[2] करते हैं। परिपथ अवयवों के प्रदर्शित मान निम्न-लिखित हैं।

$C = 1{,}200\ \mu\mu f$	$R_1 = 150{,}000$
$C_4 = 1{,}000\ \mu\mu f$	$R_2 = 1{,}000{,}000$
$C_5 = 0{\cdot}05\ \mu f$	$R_3 = 33{,}000$
$C_6 = 3{,}300\ \mu\mu f$	R_4 or $R_5 = 1{,}000{,}000$ प्रत्येक

ऊर्ध्वाधर स्केनिंग दोलनोत्पादक का स्वयंचलित कला और आवृत्ति नियन्त्रण दो कारणों से शायद ही प्रयुक्त होता है। प्रथम कारण यह है कि ऊर्ध्वाधर पल्स निकालने के लिए संयुक्त-समक्रामक संकेत का इन्टीग्रेशन[3] कोलाहल शीर्षों को तुलनात्मक रूप से उपेक्षणीय[4] आयाम में कम करने का लाभकारी उपजात[5] पैदा करता है। द्वितीय कारण यह है कि स्वयंचालित नियन्त्रण का प्रयोग समक्रामकता के दुबारा स्थापित होने में अनुचित रूप से देरी करता है, जिसके कारण एक परेशान करनेवाली

1. Anti hunt, 2. Differentiate, 3. Intigration, 4. Insignificant, 5. By-Product.

अवधि एक बार समक्रामकता के समाप्त होने के बाद समक्रामकता स्थापित करने से पहले आवश्यक होती है।

प्रश्नावली

९—१. यदि तालिका ९-२ में लिखित प्रसंवादियों में से सिर्फ छः प्रेषित किये जाँय और यदि काल अवरोधकता प्रत्येक प्रसंवादी के लिए अचल हो तो t_1 की T से निष्पत्ति १:८ के बजाय, जब सब प्रसंवादी प्रयुक्त किये जाते हैं; क्या होगी?
उत्तर—$t_1/T=0{\cdot}18, 0{\cdot}125$ के बजाय।

९—२. एक सा-टूथ तरंग जनित्र एक घातांक व्यंजक[1] स्कैनिंग वेव जो $\alpha t=0{\cdot}1$ पर अधिकतम मान रखती है

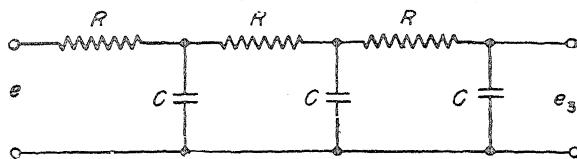
$$e=E(1-e^{-\alpha t}) \qquad (१)$$

देता है। इस तरंग को आवर्धन करने वाला प्रवर्धक प्लेट धारा के कट-आफ से नापी हुई ग्रिड वोल्टता के पदों में प्लेट-धारा लाक्षणिकता रखता है, जो—

$$i_p=K\ e_g^{1{\cdot}2} \qquad (२)$$

से परिभाषित है।

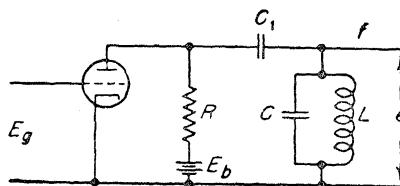
(क) यदि वोल्टता E=250 वोल्ट और $K=10^{-4}$ तो ip का मान $\alpha t=0$ $\alpha t=0{\cdot}1$ और $\alpha t=0{\cdot}05$ पर क्या होगा? यदि द्वितीय प्रसंवादी पृथक् कर दिया जाता है अर्थात् यदि $i_{max}-i_0=i_0-i_{min}$ (३)

(ख) कट ऑफ से धनात्मक की ओर नापी हुई बायस[2] वोल्टता क्या है?

उत्तर—(क) $\alpha t=0$ पर ip=7·371ma.
$\alpha t=0{\cdot}1$ पर ip=13·554 ma.
$\alpha t=0{\cdot}05$ पर ip=10·462 ma.

(ख) 48·2 वोल्ट

९—३. (क) एक ही प्रकार के तीन संघनित्र और तीन प्रतिरोध रखने वाले त्रि-पदीय इन्टीग्रेशन जालचक्र के लिए सामान्य तनुकरण समीकरण निकालो। परिणाम समी० (९-१०६) और समी० (९-१०९) की तरह होना चाहिए।

(ख) यदि $f=f_2$ के लिए तनुकरण 0·01 है तो $f=0{\cdot}1f_2$ के लिए तनुकरण क्या है? एकीय और द्वि-स्थिति परिपथ के लिए क्रमशः समी० (९-११४) और समी० (९-११५) से यह किस प्रकार तुलनीय है?

1. Exponential, 2. Bias.

उत्तर—

(क) $$\left|\frac{e_3}{e}\right| = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{26f^2}{f_0^{\,2}}+\frac{13f^4}{f_0^{\,4}}+\frac{f^6}{f_0^{\,6}}}}$$

(ख) $$\left|\frac{e_3}{e}\right| = 0{\cdot}409$$

९–४. एक 6J5 नलिका एक AFC समक्रामक परिपथ में नियन्त्रक नलिका की तरह प्रयुक्त होती है। नलिका के आवश्यकीय तत्त्व निम्नलिखित हैं ;

$\mu = 20$

$r_p$min = 7,000 ओम (Eg = 0 पर)

e = 50 वोल्ट (rms)

C = 2,000 $\mu\mu$f

C_1 = 470 $\mu\mu$f

R = 47000 ओम

E_b = 250 वोल्ट

Eg सिर्फ ० से ऋण की ओर बदलती है।

f_{mn} और f_{max} 15,750 cps के करीब सम-स्थानान्तरित हैं।

(क) Eg=0 और Eg= कट ऑफ़ के लिए f_{min} और f_{max} के मान निकालो।

(ख) Eg के लिए अनुकरणीय मान निकालो।

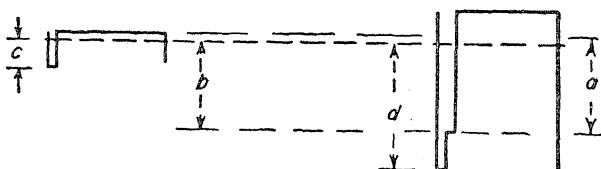
उत्तर—

(क) f_{min}=15,120 cps.

f_{max}=16,380 cps

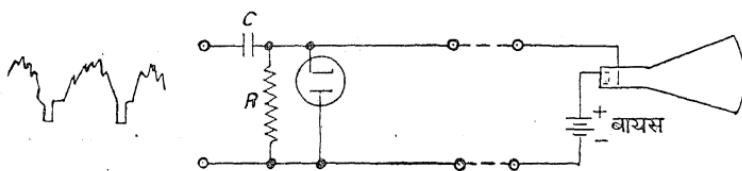
(ख) Eg=0 और – 16 वोल्ट क्रमशः।[1]

1. Evenly-spaced.

अध्याय १०

नाना विषय-संग्रह[1]

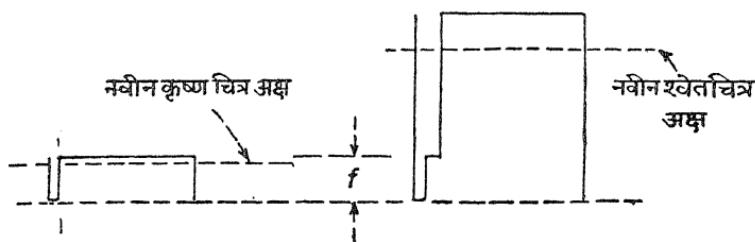
इस अध्याय में ग्राहकों और प्रेषकों में उत्पन्न हुए नाना प्रकार के विवाद-विषयों में से कुछ वर्णित किये जायँगे। इनमें d-c की पूर्व अवस्था की प्राप्ति, स्वतः[2] लाभ नियन्त्रण और सम्पूर्ण विश्वसनीयता[3] का अध्ययन सम्मिलित है।

१०–१. D-C की पूर्व अवस्था की प्राप्ति

वीडिओ-आवृत्ति आवर्धक साधारणतः a-c युग्मित होते हैं जिससे संकेत का d-c अवयव प्रेषित नहीं होता है। एक पद्धति मिश्रित दूरवीक्षण संकेत के a-c अवयव में सूचना के उपयोग द्वारा खोये हुए अवयव की पुनः प्राप्ति के लिए प्रयुक्त की जा सकती है।

a-c अवयव में उपस्थिति सूचना ब्लैक-लेबिल[4] है जैसा ब्लैंकिंग-पेडस्टल[5] के शीर्ष द्वारा निर्दिष्ट है। चित्र १०-१ में चित्र-संकेतों के दो अन्तिम[6] प्रारूप[7] प्रदर्शित हैं। बायीं ओर एक पूर्ण काला चित्र और दायीं ओर पूर्ण-सफेद चित्र है। अन्य सभी

चित्र १०–१. d-c पूर्वावस्था प्राप्ति रहित दूरवीक्षण संकेत ब्लैक-लेबिल या पेडिस्टल स्थिति में परिवर्तन दिखाते हैं। बायीं ओर पूर्ण श्याम चित्र व दायीं ओर पूर्ण सफेद चित्र है। एक प्रकार के चित्र से द्वितीय प्रकार के चित्र को जाने से a परिमाण द्वारा पेडिस्टल या ब्लैक-लेबिल स्थानान्तरित होता है।

1. Miscellany, 2. Automatic, 3. Over-all fidelity, 4. Black-level, 5. Blanking Pedestal, 6. Extreme, 7. Types.

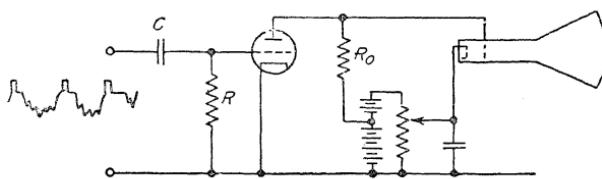
प्रारूपों के चित्र दोनों अन्तिम चित्रों के बीच होते हैं। प्रत्येक वेव-आकृति का a-c अक्ष छोटे डेसों[1] द्वारा निर्दिष्ट है। यह देखा गया है कि यदि स्थिर-वायस[2] इस प्रकार रखा गया है कि ब्लैक-लेवल चित्र-नलिका धारा प्रवाह को पूर्ण-श्याम चित्र की दशा में प्रारम्भ ही करता है, तब पूर्ण-सफेद चित्र में a द्वारा निर्दिष्ट क्षेत्र कट-आफ से परे होगा; इस क्षेत्र में कोई भी सविस्तार दर्शनीय न होगा। अन्य अवस्था में यदि स्थिर-वायस ब्लैक-लेविल द्वारा प्लेट धारा को शून्य करने हेतु रख गया है तो दायीं ओर के चित्र में यह देखा गया है कि पूर्ण-श्याम चित्र में निर्दिष्ट b क्षेत्र सुचालक क्षेत्र में होगा; ब्लैंकिग प्रारम्भ नहीं होगी और कोई वास्तविक श्याम नहीं दीखेगा। इन कमियों पर सफलता प्राप्त करने के लिए ही d-c पूर्व-अवस्था-प्राप्ति[3] का उपयोग होता है।

चित्र १०—२. डाओड परिचायक को प्रयुक्त करने वाला साधारण d-c पूर्व अवस्था-प्राप्ति कारक।

D-C पूर्व-अवस्था-प्राप्ति कारक[4] का सबसे आसान आकार चित्र १०—२ में प्रदर्शित सम्बन्धित डाओड परिचायक है। जैसा सम्बन्धित है, धनात्मक ध्रुवता वाला d-c अवयव आउट-पुट सिरों के बीच उत्पन्न होगा; इस d-c अवयव पर इन-पुट a-c तरंग अधिष्ठापित होगी। चित्रों के दोनों अन्तिम प्रारूपों के लिए उत्पन्न d-c का परिमाण पूर्ण श्याम चित्र के लिए c और पूर्ण सफेद के लिए a होगा, यदि परिचायक सुचालन दिशा में शून्य-प्रतिरोध और अचालन दिशा में अनन्त प्रतिरोध की आदर्श पद्धति है। अतः उसी अक्ष के सिवा चित्र के दो प्रारूपों के हेतु a-c अक्ष भिन्न है, जैसा कि चित्र १०-१ में प्रदर्शित था जिसमें कोई भी D-C पूर्व अवस्था प्राप्तिकारक नहीं था। D-C पूर्व-अवस्था-प्राप्ति कारक की दशा के लिए चित्र १०-१ तदनुसार चित्र १०-३ की तरह पुनः प्रदर्शित है।

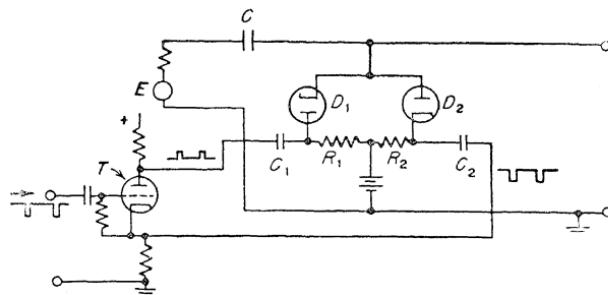
अब दोनों ब्लैक लेविल उन्हीं सापेक्षित लेविलों पर प्रकट होते हैं जिनसे यदि चित्र नलिका कट-आफ के परे f परिमाण द्वारा वायस है, जैसा चित्र १०-३ में प्रदर्शित

1. Dashes, 2. Fixed Bias, 3. D-C Restoration, 4. D-C Restorer.

है, तो विश्वनीय पुनरुत्पत्ति[1] चयनित संकेत लेविलों के लिए प्राप्त होगी। यद्यपि वायस f कुछ अन्य संकेत लेविल या लाभदायक चित्र संकेत के लिए समकामक पल्स के अन्य प्रतिशत रखने वाले संकेत के लिए सही नहीं होगा। उदाहरणार्थ २५% समकामकता के अलावा ५०% समकामकता पर चालित संकेत, आयाम,[2] ग्राहक के

चित्र १०–३. D-C पूर्व अवस्था प्राप्ति कार्यकरण सहित टेलीविजन संकेत। दायीं ओर का पूर्ण श्याम चित्र और दायीं ओर का पूर्ण सफेद चित्र उचित परिमाण द्वारा स्थानान्तरित a-c अक्ष रखते हैं जिससे प्रत्येक चित्र का ब्लैक लेविल उसी वोल्टता लेविल पर आ जाय।

प्रवर्तक[3] द्वारा बढ़ा दिया जायगा, जब तक कि चित्र में श्याम से सफेद निष्पत्ति वही प्राप्त न हो जाय। यह ब्लैक-लेविल को सुचालन क्षेत्र में ऊपर रखेगा और ब्लैंकिंग प्राप्त नहीं होगी। प्रवर्तक को तब ब्लैंकिंग के श्याम प्रदर्शित करने हेतु स्थिर वायस को ज्यादा ऋण करना पड़ेगा जिसमें से सब अनिपुण[4] प्रवर्तकों को भ्रमित करते हुए अवश्य ही प्रकट होना चाहिए।

D-C प्रवेशन[5] की यह पद्धति यद्यपि, साधारणतः प्रयोग में लायी जाती है क्योंकि यह कम खर्चीली होती है और करीब-करीब सभी प्रेषक प्रवर्तकता में FCC सिद्धान्तों की काफी समानता[6] होती है। द्वितीय लाभ यह है कि संकेत-विस्तार जो आउटपुट प्रवर्तक द्वारा समायोजित होता है, वोल्टता की सीमाओं के काफी समीप पड़ता है।

D-C प्रवेशन की द्वितीय पद्धति धन की ओर जानेवाले समकामक पल्सों द्वारा लाक्षणिक[7] मिश्रित टेलीविजन संकेत संबंधी ग्रिड से केथोड की परिचायकता का प्रयोग करती है। चित्र १०-४ ऐसी पद्धति के लिए सम्बन्धों का रूप प्रदर्शित करता है। ग्रिड-संघनित्र C और लीक[8] R के ऊपर उत्पन्न d-c अवयव आवर्धक नलिका द्वारा चित्र-संकेत के साथ आवर्धित होता है। आवर्धक d-c और चित्र संकेत भार प्रतिरोध

1. Reproduction, 2. Amplitude, 3. Operator, 4. Unskilled 5. Insertion, 6. Adhere, 7. Characterised, 8. Leak.

R_o के ऊपर प्रकट होता है और सीधा चित्र नलिका की ग्रिड से युग्मित होता है, जिससे उस नलिका पर वायस लेबिल को बदलता है।

चित्र १०–४. वीडिओ आउटपुट आवर्धक की ग्रिड-कैथोड परिचयन लाक्षणिकता का प्रयोग करते हुए D-C पूर्वावस्था प्राप्तिकरण। आवर्धक चित्र नलिका के नियन्त्रण इलेक्ट्रोडों से d-c युग्मित होना चाहिए।

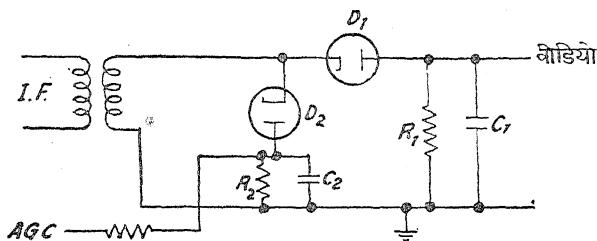
यदि d–c प्रवेशन की आवश्यकता यथावत्[1] है तो इसको प्राप्त करने के मिश्रता-परिमाण[2] बढ़ानेवाले बहुत से तरीके हैं।[3] प्रभावकारी परिपथों में से बहुत से कुन्जित[4]-डाओड या ट्राओड का प्रयोग करते हैं। सरल परिपथों में से एक चित्र १०–५ में प्रदर्शित है। इसमें दो डाओड D_1 और D_2 और कला उत्क्रामक[5] ट्राओड T का प्रयोग

चित्र १०–५. कुन्जीकारक पल्सों के उचित समयकरण द्वारा "बेक-पोर्च" या पेडस्टल ऊँचाई के लिए उत्तरदायी कुन्जित डाओडों के प्रयोग द्वारा बना D-C पूर्व अवस्था प्राप्तिकरण परिपथ।

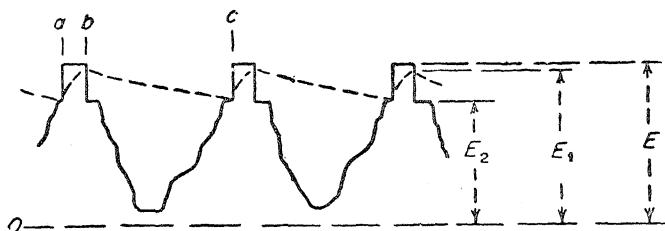
हुआ है। T की ग्रिड को पोषित ऋण पल्स ऐसा समय-करित[6] है कि वह तरंग के उस भाग के बीच प्रकट होता है जो क्लेम्प करना होता है। क्योंकि पेडस्टल एक लेबिल है जिस

1. Timed, 2. Exact, 3. Degrees of complexity, 4. A. Wendt, K. R., Television D-C Compon nt, RCA Rev, March 1948, p. 85. 5. Keyed, 6. Inverter.

पर क्लेम्पिग सामान्यतः इच्छित होती है, पल्स संकेत समक्रामक पल्स के अंत से पहले प्रारम्भ नहीं होना चाहिए, परन्तु "वेक-पोर्च" के अंत के पहले समाप्त हो जाना चाहिए। संघनित्र C कुन्जीकारक पल्स आयाम और उस समय-संकेत E के बीच वोल्टता अन्तर द्वारा आविष्ट और विसर्जित होता है। यदि पल्स आयाम में स्थिर[1] हैं तब उत्पन्न d-c अवयव संकेत लेबिल के समानुपाती होगा, जो पुनः प्राप्ति कारक की इच्छित दशा है। जब पूर्व अवस्था-प्राप्ति की यह पद्धति प्रयोग में लायी जाती है तब वोल्टता E में उपस्थिति समक्रामक पल्सों की ऊँचाई महत्वपूर्ण नहीं होती और चित्र की पुनरुत्पत्ति[2] d-c पूर्व-अवस्था प्राप्ति-विकृति[3] से प्रयोगात्मक स्वतंत्र होगी जिससे कम से कम d-c पूर्व अवस्था प्राप्ति के विचार से पुनरुत्पत्ति की उच्च विश्वसनीयता प्राप्त होगी।

१०—२. आत्मचालित लाभ नियन्त्रण

आत्म-चालित लाभ नियन्त्रण या AGC दूरवीक्षण ग्राहकों में उतना ही लाभ-दायक है, जितना साधारण ध्वनि प्रसारण ग्राहकों[4] में आत्म-चालित-आयतन-नियन्त्रण[5] या AVC होता है।

प्रसारण ग्राहकों में प्रसारित की जाने वाली वेव अचल होती है और यह निर्देशन लेबिल की तरह प्रयोग में लायी जा सकती है। यह लगातार निर्देशन है और इस प्रकार एक माध्यमकारक संकेत (शीर्ष संकेत नहीं) परिचायक के सिवा इच्छित वोल्टता प्राप्त करने के हेतु यह कुछ नहीं चाहता है। दूसरी ओर टेलीविजन प्रेषक द्वारा प्रसारित संकेत अवरोधक या पल्सित निर्देशन लेबिल रखता है जो समकारक शीर्षों या अन्य की ऊँचाई या ब्लैंकिंग संकेतों की ऊँचाई है। इसलिए सरल AGC पद्धतियों में से एक वह है जिसमें माध्यमिक-आवृत्ति लपेट[6] के शीर्ष-परिचायक का i-f आवर्धक स्थितियों तथा वायस वोल्टता के लिए प्रयोग होता है। ऐसी पद्धति चित्र १०—६ में प्रदर्शित है।

डाओड D_1 चित्र द्वितीय परिचायक है। इसके भार परिपथ का काल-स्थिरांक[7] R_1C_1 काफी निम्न रखा जाता है, जिससे उच्चतम मूर्छित[8] आवृत्ति विश्वस्त[9]

1. Steady, 2. Reproduction, 3. Distorsion, 4. A. Wendts K. R., and A. C. Schroeder, Automatic Gain Controls for Television Receivers, RCA Rev, September 1948, p. 373. 5. Automatic Volume-Control, 6. Envelope, 7. Time-Constant, 8. Modulating, 9. Faithfully.

अनुगमित[1] हो। डाओड D_2 AGC डाओड द्वितीय परिचायक है। इसके भार परिपथ का काल स्थिरांक काफी लम्बा रखा जाता है जिससे C_2 पर आवेश का एक समक्रामक पल्स से आगामी पल्स तक ज्यादा क्षय नहीं होता। इस परिचायक का d-c आउट-

चित्र १०—६. लम्बे काल-स्थिरांक के भार परिपथ R_2C_2 के साथ डाओड D_2 को प्रयुक्त करने वाला AGC परिपथ।

पुट चित्र संक्रमण[2] द्वारा प्रयोगात्मक रूप से अप्रभावित होगा और श्याम या सफेद चित्र के लिए वही रहेगा। इस परिचायक का न्यूनतम काल स्थिरांक बड़ी आसानी से

चित्र १०—७. प्राप्त d-c वोल्टता पर AGC काल-स्थिरांक के प्रभाव के अध्ययन हेतु दूरवीक्षण वेव-आकृति। दर्शित बिन्दुदार रेखा को उत्पन्न करने वाले से कम काल-स्थिरांक चित्र समाई पर आधारित परिवर्तनों पर आधारित होगा।

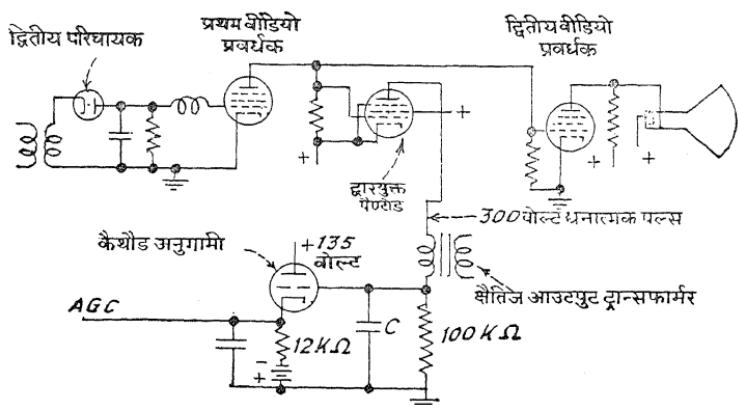
हल किया जा सकता है। चित्र १०—७ को विचारो, जो अर्ध i-f लपेट की आकार मात्र ठोस काली रेखा को दर्शाता है। डाओड द्वारा उत्पन्न d-c वोल्टता सा-टूथ

1. Followed, 2. Modulation.

वेव आकार रखने वाली डैस वाली रेखाओं द्वारा प्रदर्शित है। चाहना यह है कि b से c तक विसर्जन चक्र के बीच d-c पेडिस्टल ऊँचाई E_2 से नीचे नहीं गिरनी चाहिए। यदि a से b तक विसर्जन चक्र पर परिचायक शून्य अवबाधा[1] रखता है, तो उत्पन्न d-c वोल्टता E होगी जो लपेट[2] की ऊंचाई है। अतः RC का न्यूनतम मान समीकरण

$$E_2 = E\, e^{-t/RC} \qquad (१०—१)$$

में हल किया जा सकता है, जहाँ t=b से c तक का समय। अब संयुक्त राष्ट्रीय प्रमाणों के अनुसार E_2/E 0·75 के तुल्य है और $t=58\ \mu$ sec; इसलिए RC के लिए समी० (१०–१) को हल करने पर

$$\ln\frac{E}{E_2} = \ln e^{t/RC} = \frac{t}{RC}$$

या

$$RC = \frac{t}{\ln\ (E/E_2)} = \frac{58\times10^{-6}}{\ln 1{\cdot}33} = \frac{58\times10^{-6}}{0{\cdot}287} = 202\times10^{-6}\ \text{sec} \qquad (१०—२)$$

इस प्रकार एक-मेगा-ओम प्रतिरोध और 200 $\mu\mu$f का संघनित्र, उदाहरणार्थ, न्यूनतम काल-स्थिरांक का परिपथ बनायेगा। वास्तव में, यद्यपि कुछ लम्बा काल-स्थिरांक आवश्यक होता है क्योंकि परिचायक शून्य अवबाधा नहीं रखता है; अतः विसर्जन चक्र पर E d-c वोल्ट प्राप्त नहीं होंगे। प्राप्त d-c का मान वास्तव में E_1 वोल्ट होगा जो समी० (८-१४) या चित्र ८-६ से प्राप्त है। क्योंकि E_1/E का कम से कम 0·75 होना आवश्यकीय है; r_p/R का 0·045 से कम कायम रखना आवश्यकीय है।

AGC नियन्त्रण वोल्टता की यह पद्धति दो कारणों से ज्यादा संतोषजनक नहीं है। प्रथम यह है कि पूर्ण[3] वोल्टता लेबिल प्रभावकारी नियन्त्रण से साधारणतः काफी कम है; अर्थात् २ से ३ वोल्ट तक व्यावहारिक लेबिल नियन्त्रित होने वाले i-f आवर्धक नलिका पर ज्यादा नियन्त्रण क्रिया देने के लिए पर्याप्त नहीं है। इसलिए d-c वोल्टता को नियन्त्रित होने वाली स्थितियों के लिए देने से पहले एक उपयुक्त d-c आवर्धक द्वारा आवर्धन करना आवश्यकीय है। यह अन्य नलिका के प्रयोग को शामिल करता है और कुछ अस्थिरताएँ जो d-c आवर्धकों में बार बार होती हैं, उत्पन्न कर

1. Impedance. 2. Envelope, 3. Absolute.

सकता है। इस पद्धति के ज्यादा सन्तोषजनक न होने का द्वितीय कारण यह है कि कोलाहल पल्स भी समक्रामक पल्सों के बीच ऋजुकृत[1] होंगे और अनिच्छित-लक्षण[2] की AGC कार्यता उत्पन्न करेंगे; पद्धति ऐसे अवरोधनों के लिए मुख्यतः खुली है क्योंकि परिचायक का कार्य-चक्र[3] इसके शेष चक्र की तुलना में छोटा है।

चित्र १०–८. कुन्जित AGC परिपथ। गेटेड-पेण्टोड[4] ३०० वोल्ट के पल्सों द्वारा सिर्फ क्षैतिज-रिट्रेस अवधि के बीच सुचालक होता है, जब कि ग्रिड वोल्टता उत्पन्न AGC वोल्टता के परिमाण को बताती है। इस प्रकार १०० किलो ओम के प्रतिरोध के ऊपर उत्पन्न d-c वोल्टता वीडिओ संकेत के समानुपाती होती है।

इस परिपथ में डाओड द्वितीय परिचायक प्रथम वीडिओ आवर्धक नलिका से d-c युग्मित होता है। समक्रामित पल्स और ब्लैंकिंग पल्स इस प्रकार श्याम या सफेद चित्र के लिए स्थिर मानों पर प्लेट परिपथ में प्रकट होते हैं। एक पेण्टोड एनोड परिपथ में १०० किलो ओम के ऊपर ऋण d-c वोल्टता उत्पन्न करने के लिए एनोड को पोषित करने वाले क्षैतिज आउट-पुट ट्रान्स्फार्मर से क्षैतिज पल्सों के साथ गेटेड नलिका की तरह सम्बन्धित रहता है। जितना आनेवाला संकेत शक्तिशाली होगा, उतनी ही गेटेड-नलिका की ग्रिड-वोल्टता कम होगी और उतनी ही इसकी प्लेट धारा ज़्यादा होगी, जो १०० किलो-ओम प्रतिरोध के ऊपर ज्यादा ऋण वोल्टता पैदा करती है। यह d-c वोल्टता केथोड-फालोअर[4] की ग्रिड को पोषित करती है। बाद की

1. Rectified, 2. Un-desired Character, 3. Duty-Cycle, 4. Cathode-Follower.

वोल्टता AGC के लिए प्रयुक्त होती है। क्योंकि पेण्टोड सिर्फ कुन्जित पल्सों के बीच खुला है; यह कोलाहल पल्सों के लिए ज्यादा समय तक उपकार रहित[१] रहता है, वे भी, जो इससे निकल जाते हैं प्रथम वीडिओ की ग्रिड पर ऋण की ओर जानेवाले कोलाहल संकेत के कारण, प्लेट धारा कट ऑफ द्वारा क्लिप हो जाते हैं। संघनित्र C, 0·1 और 0·5 μf के बीच वाला चयन किया जाता है। पहला मान परिपथ को मुख्यतः तीव्र करता है जिससे यह वायुयान-उद्वेग[२] को अनुगमित करे। वायुयान-उद्वेग एक परिवर्तनशील r-f सांकेतिक दशा है जो उत्तरोत्तर दो रास्तों, एक सीधे और अन्य वायुयान से परावर्तित, से गृहीत आनेवाले संकेतों के कारण है। निम्न-धारिता का प्रयोग, ऊर्ध्वाधर समक्रामित पल्स के बीच संकेत में परिणमन[३] उत्पन्न करता है। यह स्थिति C को करीब 0·5 μf बनाने के द्वारा सुधारी जाती है। इसके समीप मान भी प्रयुक्त हो सकते हैं जो संतोषजनक समाधान देते हैं।

१०–३. सम्पूर्ण विश्वसनीयता[४]

पुनरुत्पादित प्रतिबिम्ब की सम्पूर्ण विश्वसनीयता में आनेवाले सभी अवयवों का सविस्तार वर्णन इन व्याख्याओं की सीमा के परे है।[५] ऐसा वर्णन दृष्टि-कोण,[६] दृष्टि-चेतन लाक्षणिकता,[७] रंग-प्रतिक्रिया,[८] दृष्टि-निर्बन्ध,[९] उद्वेग,[१०] विभेदन-क्षमता,[११] प्रतिक्रिया-लाक्षणिकता,[१२] प्रदीप्त-विकृति,[१३] आयाम-परिवर्तन लाक्षणिकता[१४] और कोलाहल को शामिल करता है।

सैडे का अनुमान है कि दूरवीक्षण या फोटित प्रतिबिम्बों की विशेषता प्रतिबिम्ब-

1. Immune, 2. Airplane Flutter, 3. Variations, 4. Fidelity, 5. A series of papers publised in the RCA Rev, by Otto H. Schade, treats the subject from several stand points under the general title of Electro-optical Characteristics of Television Systems, viz., Introduction, Part I-Vision and Visual Systems, March, 1948; Part II-Electro-optical Specifications, June, 1948; Part III-Electro-optical Characteristics of Cameras, September, 1948; Part IV-Characteristics of Imaging Systems, December, 1948, 6. Viewing Angle, 7. Visual Sensation Characteristics, 8. Colour Response, 9. Peresistance of Vision, 10. Flicker, 11. Resolving power, 12. Response-Characteristics, 13. Brightness Distorsion, 14. Amplitude Transfer Characteristic.

कारक पद्धति की तीन आधार लाक्षणिकताओं, अ-क्रम अस्थिरता के संकेतों से निष्पत्ति, परिवर्तन लाक्षणिकता और विस्तार-भेद दर्शक विश्वस्तता पर अधिकता से आधारित है। वस्तु-सम्बन्धित पद्धतियों द्वारा नापी और मालूम की हुई ये लाक्षणिकताएँ फोटित और विद्युत-प्रकाश प्रतिबिम्बकारक पद्धतियों के सभी अवयवों के बराबर प्रयुक्त होती हैं। तीन लाक्षणिकताओं की, जो प्रतिबिम्ब का गुण मालूम करती हैं, नाप और गणना द्वारा प्राप्त आंकिक मानों की व्याख्या सम्बन्धित विषय प्रभावों, कणता,[1] टोन-मापक्रम[2] और तीक्ष्णता,[3] का सह-बन्धन चाहती हैं। गणनाएँ और नापें दिखा चुकी हैं कि यदि दोष और असमानताएँ दोनों पद्धतियों में तुलनात्मक परिमाण में हैं, तो ४१० लाइनों की विभक्तता की तुल्यता के साथ प्रमाणित प्रयोगात्मक टेलीविजन पद्धति गुणता में व्यापारिक 35 mm चल-चित्र के तुल्य प्रतिबिम्ब प्राप्त करने की विशिष्ट रीति के अनुसार योग्यता रखती है।

लिये गये रुचिकर प्रेक्षणों में से कुछ वे थे जिनसे करीब १ से ५० का प्रदीप्तता-विस्तार किसी भी पद्धति से प्राप्त हुआ था, जब दृष्टिगत कमरा बिलकुल अन्धकारमय था और जब २% समीपवर्ती[4] प्रकाश पर्दे से प्राप्त प्रकाश के कारण, जो कमरे में उपस्थित वस्तुओं या केथोड-रे-नलिका की स्क्रीन की ग्लास सतहों से परावर्तित होता है, उपस्थित था।

गोल्डमार्क[5] ने यह प्रस्ताव रखा है कि फिल्म या प्लेट के आकार में प्रकाश-शोषक टोनल-विस्तार को सुधारने के लिए जब ग्राहक एक प्रदीप्त कमरे में स्थित होता है; केथोड रे नलिका स्क्रीन के सामने रखनी चाहिए। इस प्रस्ताव का सिद्धान्त सूक्ष्मतया यह है कि प्रकाश स्क्रीन चित्र से सिर्फ एक बार फिल्टर से निकालना पड़ता है और एक लेबिल मानो a की क्षीणता[6] हो सकती है। जहाँ व्यापक प्रकाश को फिल्टर से दो बार निकलना पड़ता है—एक बार प्रतिदीप्त स्क्रीन पर पहुँचना और फिर परावर्तित होना, वहाँ व्यापक प्रकाश निरीक्षक की आँखों में पहुँचता है या a^2 की क्षीणता होती है। इस प्रकार यदि $a=0{\cdot}33$ स्पष्ट श्याम के लिए, तो सापेक्षित व्यापक प्रकाश विरलता में कमी $\frac{a}{a^2}=\frac{1}{a}=\frac{1}{0{\cdot}33}=३$ गुनी होगी।

गोल्डमार्क का कथन है कि दृष्टि की तीक्ष्णता[7] और भेद-पहचान[8] के प्रयोग यह

1. Grainness, 2. Tone-Scale, 3. Sharpness, 4. Ambient, 5. Goldmark, P. C., Brightness and Contrast in Television, Elec. Eng., March 1949, p. 237. 6. Attenuate, 7. A uity 8. Contrast-Recognition.

प्रकट कर चुके हैं कि दी हुई उज्ज्वलता के लिए दोनों अपनी अधिकतम स्थिति[1] को पहुँचती हैं, जब समीपवर्ती प्रदीप्तता करीब-करीब वही है जो स्थानीय प्रदीप्ति क्षेत्र की है। ज्यादा उज्ज्वलता या ज्यादा धुँधलाहट दृष्टि-कार्यकरण की प्रभावकारिता को कम करने की कोशिश करती है। आगे 20 μ लैम्बर्ट की उच्च-प्रकाश की चमक लगभग अधिकतम तीक्ष्णता प्रदान करने के लिए पर्याप्त से उच्च दीख पड़ती है; अतः तटस्थ[2] घनत्व के फिल्टर के प्रयोग चित्र-स्रोतों के लिए, जो उच्च-प्रकाश चमचमाहट 20 ft लैम्बर्ट ज्यादा रखते हैं, सम्भाव्य[3] है।

एक 10 FP 4 कैथोड-रे-नलिका ११,००० वोल्ट पर कार्यान्वित 80 ft. लैम्बर्ट की उच्च-प्रकाश चमचमाहट प्रदान कर सकती है। उच्च-प्रकाश की चित्र-नलिका का भेद अनुपात "ब्लैक" से माना ३० था जो उचित संख्या है। तटस्थ घनत्व का फिल्टर जो n प्रेषकता गुणांक रखता है, माना प्रयुक्त होता है, जहाँ

$$n=\frac{20}{80}=0{\cdot}25 \qquad (१०—३)$$

प्रारम्भिक "ब्लैक" प्रदीप्तता लेबिल

$$E_{min}=\frac{E_{max}}{30}=\frac{80}{30}=2{\cdot}67 \text{ फुट लैम्बर्ट है।} \qquad (१०—४)$$

अब माना कि फिल्टरित स्क्रीन से परावर्तित प्रकाश 10 ft. लैम्बर्ट था, तब उच्च-प्रकाश चमचमाहट

$$E'_{max}=E_{max}+E_A=80+10=90 \text{ फुट लैम्बर्ट} \qquad (१०—५)$$

तक बढ़ जायगी।

तब ब्लैक लेबिल

$$E'_{min}=E_{min}+E_A=2{\cdot}67+10=12{\cdot}67 \text{ फुट लैम्बर्ट} \qquad (१०—६)$$

हो जायगा।

और नवीन भेद-अनुपात

$$\frac{E'_{max}}{E'_{min}}=\frac{E_{max}+E_A}{E_{min}+E_A}=\frac{90}{12{\cdot}67}=7{\cdot}11 \qquad (१०—७)$$

होगा।

1. Optimum, 2. Neutral, 3. Feasible.

यद्यपि नलिका के सामने फिल्टर के सहित, भेद अनुपात का मान बढ़ जाता है, क्योंकि इस अवस्था में

$$Emax = n\ Emax = 0{\cdot}25 \times 80 = 20$$

$$Emin = n\ Emin = 0{\cdot}25 \times 2{\cdot}67 = 0{\cdot}67$$

$$E_A = n^2\ E_A = 0{\cdot}25^2 \times 10 = 0{\cdot}625$$

जहाँ

$$\frac{E'max}{E'min} = \frac{Emax + E_A}{Emin + E_A} = \frac{20 + 0{\cdot}625}{0{\cdot}67 + 0{\cdot}625} = 16 \qquad (१०–८)$$

इस प्रकार भेद-विस्तार दूने से भी ज्यादा हो गया है, जिसका आशय यह है कि दो से ज्यादा श्याम और सफेद के बीच विभिन्न रंगों की संख्या अनफिल्टरित दशा की तुलना में प्रत्यक्ष हो जाती हैं, जिनमें से सब पुनरुत्पत्ति चित्र की वास्तविकता में मिल जाती है।

विश्वसनीयता[1] का अन्य विषय जो सामान्य उपयुक्त नापने वाले यन्त्रों से नियन्त्रित किया जा सकता है, आयाम प्रतिक्रिया[2] में एक-रेखीयता का है। एक आदर्श पद्धति वह है जो प्रारम्भिक दृश्य की प्रकाशता के ठीक अनुसार प्रकाश पुनरुत्पत्ति प्रदान करती है; यद्यपि यह पाया गया है कि एक से अतिरिक्त अन्य उतार[3] स्वीकृत पुनरुत्पत्ति प्रकाश-आउट-पुट का इन-पुट के साथ लघु-लघु-कागज[4] पर सीधी रेखा या साधारण तरीके पर

$$E_0 = kE_1\gamma \qquad (१०–९)$$

जहाँ k एक स्थिरांक है। γ=स्थिरांक घातांक देते हुए, दे सकता है।

दूरवीक्षण पद्धति का सूक्ष्म[5] विश्लेषण यह प्रकट करता है कि आगामी अरेखीयता[6] के स्रोत सबसे ज्यादा मुख्य हैं (१) ग्राहक द्वितीय परिचायक, (२) ग्राहक चित्र नलिका।

डाओड परिचायक की अरेखीयता पर कुछ प्रकाश डाला जा चुका है और यह संकेत किया गया था कि उच्च-लेबिल परिचयन सबसे अच्छी रेखीयता पैदा करता है। कम से कम दो वोल्ट d-c का ब्लैक लेबिल आउट-पुट एक स्पष्ट रेखीयता प्रतिक्रिया के लिए कम से कम लेबिल प्रस्तावित किया गया था। ग्राहक चित्र नलिका बहुत अरेखीय लाक्षणिकता रखती है परन्तु इस लाक्षणिकता के सुधारने के लिए काम प्रगति

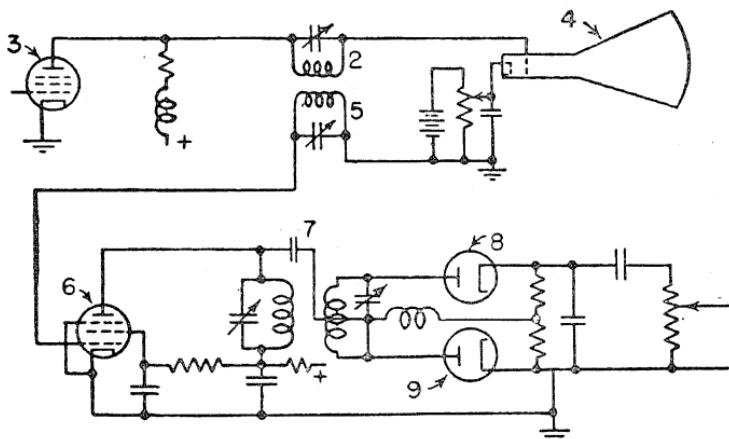
1. Fidelity, 2. Response, 3. Slopes, 4. Log-log-paper. 5. Critical, 6. Non-linearity.

पर है और यह विश्वास किया जाता है कि चित्र नलिकाओं में आगामी कुछ वर्षों में काफी सुधार हो जायेंगे।

१०–४. अन्तर्वाहिक ध्वनि पद्धति

ध्वनि प्रवेश[1] की अन्तर्वहन पद्धति ध्वनि पद्धति का आसान प्रारूप है जो ग्राहक बनावट में प्रगतिशीलता प्राप्त करती जा रही है। ध्वनि प्रवेश[2] की इस पद्धति में चित्र और ध्वनिवाहक के बीच आवृत्ति अन्तर का प्रयोग किया जाता है। क्योंकि चित्र वाहक सिर्फ आयाम-अधिनियम है; वाहक आवृत्ति स्थिर है जिससे जब यह ध्वनि-सरणि वाहक से घटायी जाती है, जो इच्छित ध्वनि कार्यक्रम द्वारा आवृत्ति-अधिमिश्रित है, घटायी हुई आवृत्ति इसी ढंग से आवृत्ति-अधिमिश्रित होगी। इस प्रकार अन्तर्वाहिक पद्धति अपनी स्थिरता के लिए किसी निश्चित स्थानीय दोलनोत्पादक की आवृत्ति पर आधारित नहीं है और पद्धति बाधा रहित है जो कभी-कभी वाहक[3] ध्वनि पद्धति में मिलती है, जैसे a-c पावर आवृत्ति द्वारा स्थानीय दोलनोत्पादक का आवृत्ति मूर्च्छना, दोलनोत्पादक प्रवाह[4] और ध्वनिपोषिता, जिसमें दोलनोत्पादक नलिका अवयव या दोलनोत्पादक परिपथ अवयवों की गति आवृत्ति अधिमिश्रण उत्पन्न कर सकती है जो इच्छित संकेतों के साथ परिचायित की जाती है।

काले और सफेद दूरवीक्षण में, संयुक्त राष्ट्र के आदर्श प्रयोग करते हुए, नाम मात्र का वाहक-आवृत्ति अन्तर 4·5 Mc है। ग्राहक दो के अतिरिक्त एक i-f सरणि के साथ बनाया जाता है। चित्र-वाहक i-f प्रतिक्रिया लाक्षणिकता के झुकाव के मध्य पर स्थापित है और ध्वनि दूसरे झुकाव पर स्थापित है, जिससे चित्र वाहक के तुलनात्मक इसका लेबिल कुछ ५% से १०% तक है। द्वितीय परिचायक के इनपुट के इस व्यवहार के साथ, ध्वनि वाहक यथार्थ द्वितीय साइड-पट्टिका की भाँति चित्र वाहक पर प्रकट होगी, जिससे परिचायक आउट-पुट में वीडिओ आवृत्ति के साथ 4·5 Mc संकेत प्राप्त होगा जो ध्वनि से आवृत्ति अधिमिश्रित है। 4·5 Mc वेव चित्र अधिमिश्रित द्वारा कुछ हद तक आयाम अधिमिश्रित होगा परन्तु यह ग्राहक के अन्त बिन्दु पर एक उचित सीमित कारक परिपथ के प्रयोग द्वारा आसानी से अलग किया जा सकता है। उपस्थिति आयाम अधिमिश्रित का परिमाण द्वितीय परिचायक पर दो वाहकों के आयाम अनुपात पर आधारित है और १% की शुद्धता के तुलनात्मक निम्न समीकरण द्वारा शुद्ध किया जाता है।

1. Dome, R. B. Carrier-difference Reception of Television Sound Electronics, January, 1947, p. 102. 2. Reception, 3. Convectional, 4. Drift.

$$e = \frac{amE_1E_2}{(m^2E_1^2 + a^2E_2^2)^{1/2}} \left[1 + \frac{3a^2m^2E_1^2E_2^2}{64(m^2E_1^2 + a^2E_2^2)^2} \right] \quad (१०-१०)$$

जहाँ mE_1 = चित्र का आयाम

mE_2 = ध्वनि का आयाम

इस प्रकार यदि $mE_1 = a\,E_2 = 1{\cdot}0$ तब $e = 0{\cdot}715$; परन्तु यदि mE_1 10 के बराबर हो जाता है और aE_2 $1{\cdot}0$ पर रहता है, e सिर्फ $1{\cdot}00$ तक बढ़ता है, जो यह प्रदर्शित करता है कि आउट-पुट दोनों संकेतों के बड़े संकेत से ज्यादा या कम निर्भर है। इसी का कारण है कि ध्वनिवाहक द्वितीय परिचायक पर चित्र वाहक के तुलनात्मक निम्न मानों पर रखा जाता है; यह वास्तव में सीमित करण का प्रथम चरण है।

द्वितीय परिचायक का सम्पूर्ण आउट-पुट प्रारम्भिक वीडिओ आवर्धक द्वारा तब आवर्धित हो सकता है। ध्वनि और चित्र का अलगाव चित्र १०-९ में प्रदर्शित की भाँति वीडिओ आवर्धक से चित्र नलिका तक आने वाले चालक पर किया जा सकता है। ट्रान्स्फार्मर अपने प्राथमिक परिपथ २, अन्तिम वीडिओ-आवर्धक नलिका ३ और

चित्र १०-९. अन्तर्वाहक ध्वनि परिपथ। ट्रान्सफार्मर लपेट २ और ५ ध्वनि तथा चित्र वाहक आवृत्तियों के आवृत्ति अन्तर 4·5 Mc पर समस्वरित होती हैं।

चित्र नलिका ४ के बीच सम्बन्धित रहता है। प्राथमिक परिपथ २ 4·5 Mc पर समस्वरित किया जाता है। यह समस्वरितता केथोड-रे नलिका स्क्रीन पर चित्र अधिमिश्रित की भाँति आवृत्ति को प्रकट होने से बचाती है। उसी समय यह प्राथमिक

परिपथ में काफी शक्तिशाली चक्करदार[1] धारा देगी। यह धारा द्वितीयक परिपथ ५ जो 4·5 Mc पर ही समस्वरित है; 4·5 Mc वेव को प्रेरित[2] करने के लिए पर्याप्त है। द्वितीयक नलिका ६ से सम्बन्धित होती है जो विभेदक[3] ट्रान्स्फार्मर ७ और तुलित परिचायक नलिकाएँ ८ और ९ को पोषित करने के लिए सीमित कारक आवर्धक की भाँति कार्य करती हैं। ये नलिकाएँ 4·5 Mc वेव पर उपस्थित आवृत्ति संक्रमण का परिचयन करती हैं; उत्पन्न हुआ श्रव्य आउट पुट श्रव्य आवृत्ति आवर्धक और ध्वनि में परिवर्तन करने के लिए लाउड स्पीकर द्वारा पोषित होता है।

इस ध्वनि पद्धति का सफल कार्यकरण प्रेषकों पर कुछ अन्य माँगें रखता है जो वाहक ध्वनि पद्धतियों में उपस्थित नहीं होंगी। चूंकि इस पद्धति में चित्रवाहक पर कोई कला या आवृत्ति संक्रमण 4·5 Mc संकर-आवृत्ति[4] को सीधी परिवर्तित कर देता है जो बाद में परिचायित की जाती है, चित्रवाहक पर स्वीकृत कला या आवृत्ति संक्रमण के परिमाण पर सीमा स्थापित करना आवश्यक है। ऐसा प्रस्ताव रेडियो बनाने वाले संघों के इञ्जीनियर विभाग द्वारा विचाराधीन है।

प्रेषक की अन्य मांग यह है कि कुछ चित्रवाहक अवश्य उपस्थित होना चाहिए। यह ध्वनिवाहक का लगातार परिचयन करने के लिए आवश्यक है। RMA ऐसे प्रस्ताव पर कार्यान्वित हो चुका है और यह आवश्यकीय है कि उच्चतम आन्तरिक संक्रमण[5] समक्रामक पल्स की ऊंचाई पर १००% की तुल्यता में १२½% ± २½% तक सीमित होगी। यह पद्धति को उचित रूप से कार्यान्वित करने के लिए १०% सुरक्षित विभाग[6] देगा।

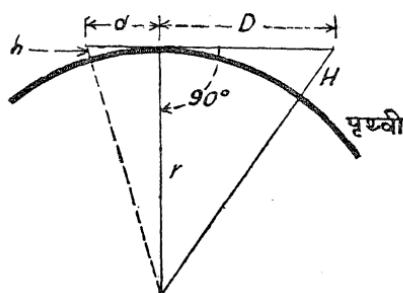
तृतीय मांग यह है कि 4·5 Mc आवृत्ति अन्तर का दीर्घकालीन प्रवाह[7] इतना कम हो जाय जितना प्रयोगात्मक है; क्योंकि 4·5 Mc विभेदक[8] ग्राहक पर स्थिर सम-स्वरित है और आवृत्ति में कोई परिवर्तन अतुल्य परिचयन उत्पन्न करेगा। ±5 kc की उच्चतम सहिष्णुता[9] का सुझाव दिया गया है।

1. Circulating, 2. Induce, 3. Discriminator, 4. Beat-frequency, 5. Inward modulation, 6. Zone, 7. Drift, 8. Discriminator, 9. Tolerance.

अध्याय ११

गमन तथा प्रसारण

११–१. गमन

दूरवीक्षण प्रेषण में 54 Mc के ऊपर की वाहक आवृत्तियाँ होती हैं। इन तरंगों का गमन 30 Mc से नीचे वाली तरंगों के गमन से काफी भिन्न होता है। सर्वप्रथम, उच्च आवृत्तियों पर सुदूर-प्रेषण[1] प्रायः नहीं के बराबर होता है। दूसरे, पहाड़ियाँ, इमारतें तथा अधिक बड़ी वस्तुएँ उच्च आवृत्तियों पर 'छाया'[2] डालती हैं लेकिन निम्न आवृत्ति प्रेषण में कोई गम्भीर बाधा नहीं डालतीं।

vhf [very high frequency, 30 Mc से 300 Mc] तथा uhf (ultra high frequency, 300 Mc से 3,000 Mc] की इन अर्धप्रकाशकीय[3] विशेषताओं के कारण दृष्टिक्षेत्र से परे प्रेषण-ग्राहक पद्धति का लाभदायक विस्तार सीमित हो जाता है। पृथ्वी के धरातल के वक्र हो जाने मात्र से ही इतनी गहरी छाया पड़ेगी जो vhf संकेत को इतना तनु-कृत[4] कर देगी कि यह ग्राहक के कोलाहल में ही विलीन हो जायगा।

हाल में ही 67·25 Mc, 288 Mc, 510 Mc तथा 910 Mc के साथ हुए अध्ययन[5] से पता चलता है कि इन चार आवृत्तियों में से बड़ी आवृत्तियां बड़ी शीघ्रता से तनु-कृत हो जाती हैं, विशेषकर उस समय जब इनका गमन मार्ग पहाड़ी क्षेत्र में होकर हो।

किसी प्रेषक से प्रेषक तथा ग्राहक के एन्टिनाओं की विशेष ऊँचाइयों के लिए क्षेत्र-तीव्रता के सैद्धान्तिक मानों की गणना की जा सकती है। यह क्षेत्र-तीव्रता प्रत्यक्ष प्रेषित अवयवों तथा पृथ्वी से परावर्तित अवयवों का दिष्ट[6] योग है। पहला अवयव

1. Long distance transmission, 2. Shadow, 3. Quasioptical, 4. Attenuate, 5. Brown, G. H., J. Epistein, and D. W. Peterson, Comparative Propagation Measurements; Television Transmitters at 67·25, 288, 510 and 910 Megacycles, RCA Rev., June 1948, p. 177. 6. Vector.

शून्याकाश[1] प्रेषण की तुलना योग्य है तथा दूरीव्युत्क्रम[2] नियम का पालन करता है। दूसरा अवयव पृथ्वी की चालकता[3], उसके पार-विद्युतांक[4] तथा रेडियो तरंगों के तरंगदैर्घ्य से प्रभावित होता है। जब दोनों मार्गों में अर्ध तरंगदैर्घ्य या उसके विषम[5] अपवर्त्य[6] का अन्तर होता है तो संकरण[7] अत्यधिक होता है। यदि दो मार्गों में सम[8] अर्ध तरंगों का अन्तर होता है तो एक दूसरे को कम करने का प्रभाव अत्यधिक होता है और न्यूनताएँ[9] उत्पन्न होती हैं। अन्त में जब दूरी काफी अधिक हो जाती है, अन्तिम शिखा गुजर जाती है और यह ज्ञात होता है कि एक समय में उच्च आवृत्तियों की क्षेत्र-तीव्रता निम्न आवृत्तियों के क्षेत्र की तीव्रता से अधिक होती है, क्योंकि तरंगदैर्घ्य में नापा गया यह पथ-अन्तर[10] उच्च आवृत्तियों के लिए अधिक होता है। जैसी कि आशा की जा सकती है, क्षेत्र-तीव्रताओं का अनुपात वही होता है जो आवृतियों का होता है। उदाहरण के लिए, यदि एण्टिना ऊँचाई १,००० फुट से ३० फुट हो, शक्ति १ किलोवाट प्रभावकारी हो तो ७ मील से २५ मील के विस्तार में 50 Mc, 100 Mc तथा 300 Mc की आवृत्तियों के लिए क्षेत्र तीव्रताओं में लगभग १ : २ : ६ का अनुपात होता है। इस क्षेत्र में, क्षेत्र-तीव्रता दूरी के वर्ग के अनुसार घटती है, इसका कारण यह है कि प्रत्यक्ष तरंग दूरी के व्युत्क्रम के अनुसार घटती है तथा परावर्तित तरंग से अधिक से अधिक प्रभावशाली रूप में कटती जाती है, दोनों प्रभावों के योग से दूरी के वर्ग का प्रभाव प्राप्त होता है।

चित्र ११–१. h तथा H ऊँचाइयों से समतलित[11] दूरी d तथा D की गणना करने के लिए पृथ्वी के वक्र धरातल का चित्र।

1. Freespace, 2. Inverse-distance, 3. Conductivity, 4. Dielectric, 5. Odd, 6. Multiple, 7. Reinforcement, 8. Even, 9. Minima, 10. Path-difference, 11. Grazing.

अन्त में दृष्टिक्षेत्र की दूरी आ जाती है। इसके पश्चात् उच्च आवृत्तियों के लिए क्षेत्र-तीव्रता अधिक शीघ्रता से घटने लगती है, क्योंकि विवर्तन[1] (ठोस पदार्थों, पृथ्वी का चारों ओर मुड़ जाना) कम होता है। लगभग ७० मील की दूरी पर तीनों आवृत्तियों के लिए क्षेत्रतीव्रताएँ प्रायः बराबर ही हो जाती हैं। इस बिन्दु के पश्चात् सब आवृत्तियां उच्च तनुकरण गुणक प्रदर्शित करती हैं तथा निम्नतम आवृत्ति के लिए क्षेत्र-तीव्रता उच्चतम होती है। क्योंकि दृष्टिक्षेत्र के परे सम्पूर्ण क्षेत्र बड़ी शीघ्रता से घटते हैं अतः यह दूरी तथा इस दूरी पर क्षेत्रतीव्रता सेवा-क्षेत्र[2] की आर्थिक सीमा निर्धारित करने में विशेष महत्त्व रखती हैं, क्योंकि सेवा-क्षेत्र को इसके परे विस्तृत करने में प्रेषण शक्ति में अपरिमित और असंग वृद्धि की आवश्यकता पड़ेगी।

चित्र ११–१ पर विचार करके दृष्टि-क्षेत्र की दूरी की गणना की जा सकती है।

h=ग्राहक के एण्टिना की ऊँचाई
H=प्रेषक के एण्टिना की ऊँचाई
r=पृथ्वी की त्रिज्या
D=प्रेषक से क्षितिज तक की दूरी
d=ग्राहक से क्षितिज तक की दूरी

ज्यामिति से

$$D^2+r^2=(r+H)^2 \qquad (११—१)$$

जिसमें से

$$D^2=(r+H)^2-r^2$$
$$=r^2+2rH+H^2-r^2$$
$$=2rH+H^2$$

जिसमें से $D=\sqrt{2rH+H^2}$ (११—२)

क्योंकि $r \gg H$

$$D \simeq \sqrt{2rH} \qquad (११—३)$$

प्रेक्षणों द्वारा यह पता चला है कि पृथ्वी की त्रिज्या को उसकी वास्तविक त्रिज्या का $\frac{4}{3}$ मान लेने से प्राप्त क्षेत्र-तीव्रताएँ अपने सैद्धान्तिक मानों के अधिक अनुरूप होती हैं। क्योंकि वास्तविक त्रिज्या ३,९५० मील है

$$r=4/3\times3,950=5,260 \text{ मील} \qquad (११—४)$$

या $r=5,260\times5,280=27\cdot8\times10^6$ फुट (११—५)

1. Diffraction, 2. Service area.

समीकरण (११–३) में r के दूसरे मान को रखने से

$$D=7{\cdot}45\times10^3\sqrt{H} \text{ फुट} \qquad (११—६)$$

जहाँ H फुट में है

समीकरण (११–६) में ५,२८० का भाग देकर इसे मीलों में व्यक्त किया जा सकता है, या

$$D=\frac{7{,}450}{5{,}280}\sqrt{H}=1{\cdot}41\sqrt{H} \text{ मील} \qquad (११—७)$$

जहाँ H फुट में है।

इसी प्रकार यह सिद्ध किया जा सकता है कि ग्राहक एण्टिना से क्षितिज तक की दूरी

$$d=1{\cdot}41\sqrt{h} \text{ मील} \qquad (११—८)$$

इस प्रकार ग्राहक तथा प्रेषक एण्टिना के बीच दृष्टि-रेखा दूरी उनके स्वयं से क्षितिज तक की दूरियों के योग के बराबर है, या

$$\triangle=D+d=1{\cdot}41\sqrt{H}+1{\cdot}41\sqrt{h}$$
$$=1{\cdot}41\,(\sqrt{H}+\sqrt{h}) \text{ मील} \qquad (११—९)$$

H तथा h के विभिन्न मानों को लेकर △ के मान के लिए तालिका ११–१ तैयार की गयी है।

तालिका ११–१. दृष्टि-रेखा-दूरी[1] △ मीलों में, प्रेषक एण्टिना ऊँचाई H फुट में तथा ग्राहक एण्टिना ऊँचाई h फुट में, के विभिन्न मानों के लिए

h	H						
	१००	२००	३००	५००	१,०००	१,५००	२,०००
०	१४	२०	२४	३२	४५	५४	६४
१०	१९	२५	२९	३७	५०	५९	६९
२०	२०	२६	३०	३८	५१	६०	७०
३०	२२	२८	३२	४०	५३	६२	७२
५०	२४	३०	३४	४२	५५	६४	७४
१००	२८	३४	३८	४६	५९	६८	७८
२००	३४	४०	४४	५२	६५	७४	८४

1. Line-of-distance.

दृष्टि-रेखा-दूरी क्षेत्र की तीव्रता के लिए निम्नलिखित समीकरण[1] सन्निकटतः ठीक है।

$$\varepsilon = \frac{88\ hH\sqrt{W}}{\lambda \Delta^2} \text{ वोल्ट/मीटर} \qquad (११—१०)$$

जहाँ h=ग्राहक एण्टिना की ऊँचाई मीटरों में

H=प्रेषक एण्टिना की ऊँचाई मीटरों में

W=प्रभावकारी विकीर्ण[2] वाट

Δ=एण्टिनाओं के बीच की दूरी मीटरों में

λ=तरंग दैर्घ्य मीटरों में

समीकरण (११–१०) Δ से कम दूरियों के लिए काफी शुद्ध है। जब दो संकेत-मार्गों की लम्बाइयों में अर्ध तरंग दैर्घ्य से अधिक अन्तर होगा तो यह समीकरण शुद्ध फल नहीं देगा।

समीकरण (११–१०) को दृष्टि-रेखा-दूरी से अधिक दूरियों के लिए भी परिवर्तित किया जा सकता है, लेकिन Δ का घात[3] प्रेषण के उस भाग के लिए बढ़ाना पड़ेगा जो पृथ्वी के वक्र धरातल के सहारे होता है। तालिका ११–२ में निर्देशित आवृत्तियों के लिए Δ के घात के मान दिये गये हैं, जो पहले वर्णन किये हुए की भांति आवृत्ति के साथ बढ़ती है। ये मान केवल सूचित मान हैं जिनका प्रमाणीकरण अधिक न्यासों[4] की प्राप्ति पर हो सकेगा।

तालिका ११–२. जब प्रेषणपथ दृष्टिरेखा-दूरी से बड़ा हो तब समीकरण (११–१०) में Δ के घातों का विवरण

(ये घात केवल उस समय प्रयुक्त किये जाते हैं जब प्रेषण मार्ग दृष्टि रेखा से अधिक हो; नहीं तो Δ का घात २·० ही है।)

आवृत्ति	Δ का घात
20 Mc	3·0
38 Mc	3·5

1. B ever age, H. H., Some Notes on Ultra High Frequency Propagation, RCA Rev., Vol. 1, No. 3, January, 1937.
2. Radiated, 3. Exponent, 4. Data.

आवृत्ति	△का घात
55 Mc	4·0
74 Mc	4·5
93 Mc	5·0
150 Mc	6·0
210 Mc	7·0
300 Mc	8·0
430 Mc	9·0

यह तालिका यह भी बतलाती है कि उच्च आवृत्तियों के लिए छाया इतनी गहरी क्यों होती है।

जैसा कि पहले कहा जा चुका है, केवल स्निग्ध[1] पृथ्वीतल या समुद्रजल के ऊपर ही क्षेत्र-तीव्रता के नापे गये मान तथा उसके सैद्धान्तिक मान एक जैसे बैठते हैं। 67·25 Mc, 288 Mc इत्यादि पर परीक्षणों के सम्बन्ध में यह पाया गया कि 67·25 Mc पर क्षेत्र-तीव्रता का मान सैद्धान्तिक मान के अनुरूप था जब कि पथ स्निग्ध (२३० फुट से अधिक ऊँचाइयों की पहाड़ियों रहित) हो 288 Mc पर क्षेत्र-तीव्रता का प्राप्त मान सैद्धान्तिक मान का केवल ०·५ था, इसी प्रकार वह मान 510 Mc पर केवल ०·२५, ९१० पर केवल ०·१ मध्यमान रूप से प्राप्त हुआ। जब यह परीक्षण पहाड़ी क्षेत्र में दुबारा किये गये तो 67.25 Mc के लिए मान सैद्धान्तिक मान के आसपास ही थे। लेकिन प्राप्त मान 288 Mc पर सैद्धान्तिक मान का ०·२५, ५१० पर सैद्धान्तिक मान का ०·१ तथा ९१० पर सैद्धान्तिक मान का ०·०५ था।

इन प्रेक्षणों से एक महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष यह निकलता है कि विस्तार आवरण[2] के दृष्टिकोण से साधारणतया निम्न आवृत्तियों का ही चयन करना चाहिए। विशेष कर जब मार्ग प्रकाशीय[3] न हो तो उन्हें ही उपयोग में लाना चाहिए। यह बात बसे हुए शहरी क्षेत्रों में अधिक होती है जहाँ बड़ी-बड़ी इमारतें प्रत्यक्ष-पथ प्रेषण में बाधा डालती हैं, तथा उस देहाती क्षेत्र में भी, जहाँ ग्राहक स्थान पहाड़ियों से घिरी घाटियों में हो या प्रेषक और ग्राहक के बीच पहाड़ियाँ हों, बाधाएँ पड़ती हैं।

1. Smooth, 2. Coverage, 3. Optical.

समीकरण (११–१०) को Δ के लिए हल किया जा सकता है उस दशा में

$$\Delta = \sqrt[4]{W} \sqrt{\frac{88\ hH}{\varepsilon\ \lambda}}\ m \qquad (११—११)$$

इस प्रकार यदि ε तथा λ के मान नियत हों, तो इस प्रकार के क्षेत्र से आवृति दूरी ऊँचाई के वर्गमूल तथा शक्ति के चतुर्थ मूल के समानुपाती होती है। इस दृष्टिकोण से, Δ विस्तार बढ़ाने के लिए शक्ति की अपेक्षा एण्टिना ऊंचाई को बढ़ाना कहीं अधिक फलदायक होगा। एण्टिना ऊँचाई तथा प्रेषक की शक्ति में अन्तिम रूप से मेल करने की ठीक रीति यह है कि प्रत्येक के मूल्य वक्र[1] खींचे जायँ तथा उन्हें जोड़कर यह ज्ञात किया जाय कि कहाँ पर कम से कम मूल्य बैठता है।

निम्न उदाहरणों में यह बात समझायी जायगी कि किस प्रकार प्रयोगात्मक समस्याओं में गमन-समीकरणों का उपयोग किया जाता है।

उदाहरण १—एक दूरवीक्षण स्टेशन ८ चैनल पर कार्य करता है, एण्टिना की ऊँचाई १२० फुट तथा प्रेषक की शक्ति ५ किलोवाट है तथा एण्टिना लाभ १ है। इसके लिए 500 – μv प्रति मीटर सीमारेखा[2] ज्ञात करो। प्रामाणिक ग्राहक एण्टिना ३० फुट ऊँचाई का माना जाता है।

हल—Δ का मान प्राप्त करने के लिए समीकरण (११–११) का उपयोग किया जाता है। इस समीकरण में

$$h = 30 \times \cdot 305 = 9 \cdot 15\ m \qquad (११—१२)$$

$$H = 120 \times \cdot 305 = 36 \cdot 5\ m \qquad (११—१३)$$

$$\lambda = \frac{300}{f\,Mc} = \frac{300}{183} = 1 \cdot 635\ m \qquad (११—१४)$$

जिससे

$$\Delta = \sqrt[4]{5{,}000} \sqrt{\frac{88 \times 9 \cdot 15 \times 36 \cdot 5}{500 \times 10^{-6} \times 1 \cdot 635}}$$

$$= 50 \cdot 3\ km = 50 \cdot 3 \times 0 \cdot 6214 \text{ मील}$$

$$= 31 \text{ मील} \qquad (११—१५)$$

यह सैद्धान्तिक दूरी है तथा दृष्टि-रेखा को मानती है। समीकरण (११–९) का उपयोग करके इसकी जाँच करनी चाहिए।

1. Cost curve, 2. Contour.

$$\triangle = 1{\cdot}41(\sqrt{120}+\sqrt{30})$$
$$= 1{\cdot}41(10{\cdot}95+5{\cdot}5)$$
$$= 1{\cdot}41(16{\cdot}35) = 23{\cdot}2 \text{ मील} \qquad (११—१६)$$

क्योंकि यह ३१ मील से कम है अतएव ३१ दृष्टिरेखा से परे की दूरी हुई; इसलिए इस दशा में समीकरण (११–११) का प्रयोग अशुद्ध हुआ। इस प्रकार सैद्धान्तिक रूप से 500 μv सीमारेखा २३ और ३१ मील के बीच कहीं पर होगी।

अब यदि 183 Mc पर प्रयोगजन्य[1] क्षीणता न्यासों[2] को उपयोग में लाया जाय तो क्षेत्रतीव्रता का मान सैद्धान्तिक मान का ०·५ प्राप्त होता है। अतएव क्षेत्रतीव्रता को ०·५ से भाग देकर समीकरण (११-११) को $\triangle$ के लिए हल करना चाहिए।

इस दशा में

$$\triangle = 0{\cdot}707 \times 31 \text{ मील} = 22 \text{ मील} \qquad (११—१७)$$

यह दृष्टिरेखा दूरी से कम है इसलिए सम्भवतः 500μv प्रति मीटर की सीमारेखा तक की दूरी है।

उदाहरण २—मान लो कि वही स्टेशन अपने एण्टिना की ऊंचाई को बढ़ाकर ५५० फुट कर देता है तथा प्रभावकारी शक्ति को १५ कि० वाट। अब 500μv प्रति मीटर की सीमा रेखा की दूरी क्या होगी ?

हल—अब दृष्टिरेखा दूरी

$$\triangle = 1{\cdot}41(\sqrt{550}+\sqrt{30})$$
$$= 1{\cdot}41(23{\cdot}4+5{\cdot}5)$$
$$= 1{\cdot}41(28{\cdot}9) = 40{\cdot}6 \text{ मील} \qquad (११—१८)$$

दृष्टि रेखा मानकर 500 μv प्रति मीटर के लिए $\triangle$ का सैद्धान्तिक मान

$$\triangle = \sqrt[4]{15{,}000}\sqrt{\frac{88\times 9{\cdot}15\times 168}{500\times 10^{-6}\times 1{\cdot}635}}$$
$$= 142 \text{ km} = 88 \text{ मील} \qquad (११–१९)$$

लेकिन प्रयोगजन्य मान

$$\triangle = 0{\cdot}707\times 88 = 62 \text{ मील} \qquad (११—२०)$$

यह अभी भी दृष्टिरेखा दूरी से परे है अतएव 500 μv प्रति मीटर सीमा रेखा स्टेशन से ४१ तथा ६२ मील के बीच कहीं होनी चाहिए। इस दूरी का अधिक शुद्ध मान निकालने

1. Emperical, 2. Data.

के लिए ४१ मील की दूरी के परे तालिका ११–२ के अनुसार $\triangle$ का घात २ की अपेक्षा ६·५ लेना चाहिए। 183 Mc पर प्रेक्षित क्षीणता[1] का ध्यान रखकर समीकरण (११–१०) को ०·५ से परिवर्तित करके

$$\varepsilon = \frac{0{\cdot}5 \times 88 \times 9{\cdot}15 \times 168\sqrt{15{,}000}}{1{\cdot}635 \times 65{,}500^2} \text{ वोल्ट/मीटर} \quad (११—२१)$$

जिसमें ६५,५०० मीटरों में दृष्टिरेखा दूरी है।

इस प्रकार

$$\varepsilon = 1{,}180 \times 10^{-6} \text{ वोल्ट/मीटर } 40{\cdot}6 \text{ मील पर} \quad (११—२२)$$

इस बिन्दु पर $\triangle$ का घात बदलकर ६·५ हो जाता है। स्पष्ट है कि ४०·६ मील से परे ε का मान निम्नलिखित से ज्ञात किया जा सकता है

$$\varepsilon = \frac{K}{\triangle^{6\cdot5}} \text{ वोल्ट/मीटर} \quad (११—२३)$$

जहाँ K नियतांक है।

समीकरण (११–२२) का उपयोग करके $\triangle$=४०·६ मील पर K का मान ज्ञात किया जा सकता है। इस प्रकार

$$1{,}180 \times 10^{-6} = \frac{K}{40{\cdot}6^{6\cdot5}}$$

या

$$K = 1{,}180 \times 10^{-6} \times 40{\cdot}6^{6\cdot5} \quad (११—२४)$$

समीकरण (११–२४) को समीकरण (११–२३) में रखने पर

$$\varepsilon = \frac{1{,}180 \times 10^{-6} \times 40{\cdot}6^{6\cdot5}}{\triangle^{6\cdot5}} \quad (११—२५)$$

या

$$\triangle = 40{\cdot}6 \sqrt[6\cdot5]{\frac{1{,}180 \times 10^{-6}}{E}} \quad (११—२६)$$

$\varepsilon = 500 \times 10^{-6}$ के लिए $\triangle$ के मान की आवश्यकता है

$$\triangle = 40{\cdot}6 \sqrt[6\cdot5]{\frac{1{,}180}{500}}$$

$$= 40{\cdot}6 \sqrt[6\cdot5]{2{\cdot}36} = 40{\cdot}6 \times 1{\cdot}14$$

$$= 46{\cdot}5 \text{ मील} \quad (११—२७)$$

1. Attenuation.

यह दूरी सिराक्यूज़ ((Syracuse), न्यूयार्क शहर के मध्य से, यूटिका (Utica), न्यूयार्क की बाहरी सीमा तक की दूरी के बराबर है। एण्टिना ऊंचाई तथा प्रभावकारी विकीर्ण शक्ति को बढ़ाने से प्रेषक का सेवा क्षेत्र दुगुने से कुछ अधिक बढ़ गया है।

११–२. प्रसारण[१]

दूरवीणक्ष संकेतों के सुदूर[२] प्रसारण के लिए दो विधियाँ उपयोग में लायी जाती हैं। एक है उभय अक्षीय[३] केबिल[४] प्रेषण तथा दूसरी है माइक्रो तरंग[५] रेडियो-प्रसारण श्रृंखलाएँ[६]। किसी भी प्रसारण पद्धति—चाहे केबिल से या रेडियो से—की निम्नलिखित विशेषताएँ होती हैं—

१. प्रसारण दुहरानेवाले[७] बिन्दु एक दूसरे के काफी पास पास होने चाहिए, जिससे उस पद्धति पर कोलाहल रहित संकेत ग्रहण किये जा सकें। रेडियो प्रसारण विधि में ये बिन्दु काफी पास पास होने चाहिए, जिससे स्टेशनों के बीच पूर्णतया प्रकाशीय[८] मार्ग उपलब्ध हो सकें। इस प्रकार अत्यन्त उच्च आवृतियां (माइक्रो तरंग विस्तार में) प्रसारण के लिए उपयोग में लायी जा सकती हैं, जिससे निम्न आवृतियां टेलीविजन प्रेषण के काम लायी जा सकें। निपुणता[९] से स्थित पहाड़ियों, इमारतों तथा पहाड़ों का उपयोग करके प्रसारण बिन्दुओं की संख्या न्यूनातिन्यून रखनी चाहिए। यदि क्षेत्र प्रयोगात्मक रूप से चौरस हो तो २०० फुट ऊंची मीनार का उपयोग करके प्रसारण बिन्दुओं के बीच ४० मील दूरी के लिए प्रकाशीय मार्ग उपलब्ध करना चाहिए (तालिका ११–१)।

२. प्रसारक स्टेशन को आगन्तुक संकेत विश्वसनीय रीति से पुनरुत्पादित करना चाहिए। इसके लिए ऐसे प्रवर्धक की आवश्यकता होगी जिसकी पट्ट-चौड़ाई[१०] सम्बन्धी योग्यता समुचित हो, जिससे वह संकेत का, आवृत्ति में बिना भेद किये[११] तथा वीडियो-आवृत्ति पट्ट पर समरूप समय-विलम्ब[१२] देकर, पुनः प्रेषण कर सके।

३. अरैखिक-वक्रता[१३] को कम से कम कर देना चाहिए, क्योंकि इस प्रकार की वक्रता से चित्र अपने मूल से भिन्न हो जायगा, जिससे विश्वसनीयता[१४] कम हो जायगी।

पहली विशेषता के सम्बन्ध में माना कि आवृत्तिकर्ता[१५] को दिये गये संकेत का

1. Relays, 2. Long distance, 3. Coaxial, 4. Cable, 5. Microwaves, 6. Chains, 7. Repeater, 8. Optical, 9. Strategically, 10. Bandwidth, 11. Discrimination, 12. Time delay, 13. Non-linear distortion, 14. Fidelity, 15. Repeater.

आयाम[1] Es है तथा आवृत्तिकर्ता के 'इनपुट' सिरों पर उत्पन्न आभासी कोलाहल वोल्टता En है, तो पहले आवृत्तिकर्ता की 'आउट-पुट'

$$E_1=\mu_0\ (\hat{E}s+\hat{E}n) \qquad (११–२८)$$

जहाँ कि μ_0 आवृत्तिकर्ता का प्रवर्धन गुणांक है

यदि प्रत्येक आवृत्तिकर्ता का 'इन पुट' कोलाहल En मान लें तो द्वितीय आवृत्ति-कर्ता की 'आउट-पुट'

$$E_2=\mu_0\ [a\mu_0(\hat{E}s+\hat{E}n)+\hat{E}n] \qquad (११–२९)$$

जिसमें a आवृत्तिकर्ताओं के बीच प्रेषण-हानि[2] गुणांक है।

क्योंकि साधारण प्रथा यह है कि प्रवर्धन को इतना रखते हैं जिससे वह क्षीणता[3] को सन्तुलित[4] कर सके। अतः गुणनफल

$$a\mu_0=1 \qquad (११–३०)$$

$a\mu_0$ के इस मान को समीकरण (११–२९) में रखने पर

$$E_2=\mu_0(\hat{E}s+\hat{E}n+\hat{E}n) \qquad (११–३१)$$

इस प्रकार स्पष्ट है कि x आवृत्तिकर्ताओं से 'आउट-पूट' संकेत तथा कोलाहल निम्नलिखित होंगे

$$E_x=\mu_0\left(\hat{E}s+\sum_{1}^{x}\hat{E}n\right) \qquad (११–३२)$$

इस प्रकार संकेत से कोलाहल अनुपात

$$\frac{S}{N}=\frac{\hat{E}s}{\sum_{1}^{x}\hat{E}n} \qquad (११–३३)$$

लेकिन कोलाहल वोल्टताओं का प्रयोग

$$\sum_{1}^{x} En=\sqrt{xE_n^2}=En\sqrt{x} \qquad (११–३४)$$

इस मान को समीकरण (११–३३) में रखने पर

$$\frac{S}{N}=\frac{Es}{En\sqrt{x}} \qquad (११–३५)$$

1. Amplitude, 2. Transmission-loss, 3. Attenuation, 4. Balance.

इस समीकरण का उपयोग करके किसी भी इच्छित प्रसारक[1] चक्र की आवश्यकताओं की गणना की जा सकती है। उदाहरण के लिए ४०० मील प्रसारक के लिए यह ज्ञात करना है कि यदि कुल[2] संकेत से कोलाहल का अनुपात १०० हो (या 40 db हो) तो प्रत्येक प्रसारक के लिए संकेत से कोलाहल अनुपात क्या होना चाहिए। प्रत्येक 'इन-पुट' को संकेत मान लो।

समीकरण (११–३५) से

$$100 = \frac{Es}{En\sqrt{10}} \qquad (११—३६)$$

जहाँ कि १० आवृत्तिकर्ताओं[3] की संख्या है।

समीकरण (११–३६) को Es/En के लिए हल करने पर

$$\frac{Es}{En} = 100\sqrt{10} = 316 \text{ या } 50 \text{ db} \qquad (११–३७)$$

महाद्वीप (३,००० मील) के पार तक चक्र बनाने के लिए, यदि आवृत्तिकर्ताओं के बीच ४० मील की दूरी हो, आवृत्तिकर्ताओं की संख्या

$$x = \frac{3,000}{40} = 75 \text{ आवृत्तिकर्ता} \qquad (११–३८)$$

यदि इसको समीकरण (११–३५) में स्थापित किया जाय तो संकेत से कोलाहल अनुपात की दृष्टि से प्रत्येक आवृत्तिकर्ता के लिए

$$\frac{Es}{En} = 100\sqrt{75} = 866 \text{ या } 58{\cdot}8 \text{ db} \qquad (११–३९)$$

अध्याय ६ में लिखे गये ग्राहक-कोलाहल[4] के परिच्छेद की सहायता से यह गणना की जा सकती है कि इस फल को प्राप्त करने के लिए प्रत्येक आवृत्तिकर्ता की 'आउट पुट' शक्ति क्या होनी चाहिए। एक अच्छी किस्म के माइक्रो तरंग ग्राहक का, जिसमें प्रथम परिचायक[5] सिलकिन मणिभ हो, कोलाहल-अंक[6] अन्तिम[7] से लगभग 15 db होता है। यदि 'आउट-पुट' में संकेत से कोलाहल अनुपात 60 db होता हो तो 'इन-पुट' संकेत अनुपात निम्न होगा

$$60 + 15 = 75\text{db या } 5,600 \text{ गुना} \qquad (११–४०)$$

यह एक परिकल्पित[8] शून्य कोलाहल स्तर[9] के ऊपर है। यदि एण्टिना प्रतिरोध

1. Relay, 2. Overall, 3. Repeaters, 4. Receiver-noise, 5. Detector, 6. Noise-figure, 7. Ultimate, 8. Hypothetical, 9. Level.

R हो तो R से 'मैच' किये हुए एक ग्राहक के 'इन-पुट' सिरों पर ऊष्मीय-कोलाहल-वोल्टता[1] निम्न होगी

$$E_t = 1{\cdot}28\sqrt{0{\cdot}5RF} \times 10^{-10} \text{ वोल्ट} \qquad (११–४१)$$

जिसमें F पट्ट-चौड़ाई है

तथा कोलाहल-शक्ति

$$W_t = \frac{E_t^2}{0{\cdot}5R} = 1{\cdot}64F \times 10^{-20} \text{ वाट} \qquad (११–४२)$$

तब संकेत शक्ति निम्न होनी चाहिए

$$W_s = (5{,}600)^2\ W_t = 51{\cdot}5F \times 10^{-14} \text{ वाट} \qquad (११–४३)$$

४० मील प्रेषण मार्ग के लिए तनुकरण की गणना करनी चाहिए। एक द्विध्रुवीय[2] प्रेषक एण्टिना के लिए, समीकरण (११–१०) से, ग्राहक स्थान पर क्षेत्रतीव्रता

$$\frac{88(61)(61)\sqrt{W}}{\lambda(64{,}500)^2} = \frac{78{\cdot}5\sqrt{W} \times 10^{-6}}{\lambda} \qquad (११–४४)$$

यहाँ 61 m = मीनार ऊँचाइयाँ

64,500 m = $\triangle$ = 40 मील

यदि ग्राहक एण्टिना एक अर्ध-तरंग द्वि-ध्रुवीय हो तो खुले चक्र पर इसके सिरों पर उत्पन्न वोल्टता

$$E_A = \varepsilon L \qquad (११–४५)$$

इसमें L एण्टिना की प्रभावकारी ऊँचाई है

अर्ध-तरंग द्वि-ध्रुवीय की प्रभावकारी ऊँचाई

$$L = \left(\frac{\lambda}{2}\right)\frac{2}{\pi} = \frac{\lambda}{\pi} \qquad (११–४६)$$

L के इस मान को समीकरण (११–४५) में रखने पर

$$E_A = \frac{\varepsilon\ \lambda}{\pi} \qquad (११–४७)$$

यदि एण्टिना को एण्टिना-प्रतिरोध के बराबर भार-प्रतिरोध[3] से 'मैच' कराया जाय तो वह वोल्टता इस मान की आधी रह जायगी। उस समय संकेत वोल्टता

$$E_s = \frac{\varepsilon\ \lambda}{2\pi} \qquad (११–४८)$$

1. Thermal noise voltage, 2. Dipole, 3. Load resistance.

समीकरण (११–४४) के ε को समीकरण (११–४८) में रखने पर

$$Es=\left(\frac{78\cdot5\sqrt{W}\times10^{-6}}{\lambda}\right)\frac{\lambda}{2\pi}$$

$$=12\cdot5\sqrt{W}\times10^{-6} \qquad (११–४९)$$

इस प्रकार प्रदत्त वोल्टता सैद्धान्तिक रूप से माइक्रो तरंग आवृत्ति पर निर्भर नहीं करती।

इस वोल्टता से विकसित शक्ति

$$Ws=\frac{Es^2}{0\cdot5Ra}=\frac{(12\cdot5\sqrt{W}\times10^{-6})^2}{0\cdot5\times73\cdot5}$$

$$=4\cdot26W\times10^{-12} \qquad (११–५०)$$

यहाँ Ra= एण्टिना का विकिरण-प्रतिरोध[1]=73·5 ओम

समीकरण (११–५०) को समीकरण (११–४३) के बराबर रखकर, W के लिए हल करने पर

$$4\cdot26W\times10^{-12}=51\cdot5F\times10^{-14}$$

या $$W=0\cdot121F \text{ वाट} \qquad (११–५१)$$

यदि $F=4\times10^6$cps[2] हो तो

$$W=484{,}000 \text{ वाट} \qquad (११–५२)$$

इस प्रकार यदि प्रेषक तथा ग्राहक पर केवल द्विध्रुवीय ही प्रयुक्त किये जायं तो लगभग एक मेगावाट[3] की आवश्यकता पड़ेगी। वास्तव में रेडियो सम्बन्ध के दोनों सिरों पर उच्च-लाभ[4] एण्टिना पद्धतियाँ प्रयुक्त की जाती हैं। एक द्विपारी[5] के ऊपर एक द्विपारी एण्टिना तथा परवलयाकार[6] परावर्तक का शक्तिलाभ निम्नलिखित है

$$\text{शक्ति-लाभ}=\left(\frac{\pi R^2}{\lambda}\right) \qquad (११–५३)$$

जहाँ R=परवलयाकार खिड़की की त्रिज्या

λ=तरंग दैर्घ्य

इस प्रकार λ=15 से० मी० (2,000 Mc) पर एक फुट व्यास वाले परवलय का लाभ निम्नलिखित होगा

$$\text{शक्ति-लाभ} \left(\frac{\pi48\times2\cdot54}{15}\right)^2=650 \qquad (११–५४)$$

1. Radiating resistance, 2. Cycle per Second, 3. Megawatt, 4. High gain, 5. Doublet, 6. Parabolic.

अनुक्रमणिका

क

ल

व

श

स